

Community-basierte Optimierung des Anlagenengineerings

Der Technischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
zur
Erlangung des Doktorgrades Dr.-Ingenieur

vorgelegt von

Johannes Götz
aus München

Als Dissertation genehmigt
von der Technischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der mündlichen Prüfung: 21.07.2015

Vorsitzende des Promotionsorgans: Prof. Dr.-Ing. habil. M. Merklein

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. J. Franke
Prof. Dr. K.-I. Voigt

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Mein besonderer Dank gilt dem Lehrstuhlinhaber Herrn Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke für das in mich gesetzte Vertrauen, die Möglichkeit zur Promotion sowie für die zahlreichen Diskussionen und Impulse im Rahmen meiner Mitarbeit am Lehrstuhl, aber auch insbesondere bei der Erstellung der Dissertation. Zusätzlich danke ich Herrn Prof. Dr. Feldmann für die Begeisterung an den Forschungsthemen des Lehrstuhls sowie für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt, Inhaber des Lehrstuhls für Industriebetriebslehre, für die Übernahme des Zweitgutachtens. Darüber hinaus geht mein Dank an Herrn Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz für die Beteiligung als weiteres Mitglied des Prüfungskollegiums.

Wesentliche Kernelemente der Arbeit sind in Zusammenarbeit mit dem Kooperationspartner aus der Industrie entstanden. Hier danke ich insbesondere Herrn Dr. Löwen für die interessanten Diskussionen und Ideen sowie Herrn Dipl.-Ing. Andreas Müller-Martin für die Begleitung der Umsetzung wesentlicher Ergebnisse im Unternehmen.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei allen meinen ehemaligen Kollegen des Lehrstuhls für die angenehme Arbeitsatmosphäre, die zahlreichen Diskussionen aber auch die gemeinsamen Aktivitäten außerhalb der Arbeitszeit. Besonderer Dank geht dabei an Matthias Brossog, Arnd Buschhaus, Christian Fischer, Jochen Merhof, Markus Michl, Eva Bogner sowie Markus Brandmeier.

Für die immer neue Motivation und die vielen Entbehrungen während meiner Promotionszeit möchte ich mich ganz besonders bei meiner Frau, Julia Götz-Härting bedanken. Ebenso bedanke ich mich bei meiner gesamten Familie und meinen Eltern, Christina und Hans-Joachim Götz.

Augsburg, im Juli 2015

Johannes Götz

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Motivation und Zielsetzung	1
1.2	Vorgehensweise	3
2	Definition, Vorgehensweisen und Bedeutung des Engineerings industrieller Anlagen	4
2.1	Definition und Einordnung des Engineerings	4
2.1.1	Definition des Engineerings	4
2.1.2	Einordnung des Engineerings	8
2.1.3	Charakterisierung des Anlagenbaus	12
2.1.4	Fazit	14
2.2	Vorgehensmodell und Werkzeuge im Engineering	14
2.2.1	Vorgehensmodell	14
2.2.2	Werkzeuge	18
2.3	Bedeutung des Engineerings.....	22
2.3.1	Bedeutung in der Wertschöpfungskette	22
2.3.2	Wirtschaftliche Bedeutung für Deutschland	23
2.3.3	Stellung des Engineerings in Unternehmen	25
3	Ansätze und Herausforderungen bei der Weiterentwicklung des Engineerings	31
3.1	Identifikation von Weiterentwicklungsbedarfen im Engineering	31
3.1.1	Ergebnisse der Expertenbefragung	32
3.1.2	Ergebnisse der Literaturrecherche	35
3.1.3	Fazit	37

3.2	Stand der Technik zur Optimierung des Engineerings.....	38
3.2.1	Prozesse	38
3.2.2	Methoden	40
3.2.3	Hilfsmittel	41
3.2.4	Aufbauorganisation	42
3.2.5	Fazit und Handlungsbedarf	42
3.3	Herausforderungen bei der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering.....	44
3.3.1	Priorisierung von Zieldimensionen	44
3.3.2	Abhängigkeiten zwischen Einflussparametern.....	45
3.3.3	Lokale Optimierung.....	46
3.3.4	Voraussetzungen zur Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen.....	47
3.4	Ansätze zur Unterstützung der Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen	48
3.4.1	Strategische Initiativen	49
3.4.2	Communities-of-Practice.....	50
3.4.3	Wissensmanagement.....	54
3.4.4	Webbasierte Kommunikationsplattformen.....	59
3.4.5	Bewertung der Umsetzungshilfen unter Berücksichtigung der Anforderungen des Engineerings.....	62
3.5	Anforderungen an einen Lösungsansatz	64
3.6	Zusammenfassung	67
4	Entwicklung einer Engineering Community entlang des 7S-Modells	68
4.1	Konzeption des Lösungsansatzes	68
4.1.1	7S-Modell als Referenzstruktur	68
4.1.2	Integration zu einem Gesamtkonzept	70

4.2	Strategie	71
4.2.1	Relevante Strategieansätze	72
4.2.2	Strategie der Engineering Community	74
4.3	Struktur	76
4.3.1	Aufbauorganisation der Engineering Community	77
4.3.2	Verankerung der Engineering Community im Unternehmen	80
4.4	Systeme	80
4.4.1	Ablauforganisation	81
4.4.2	Kommunikationssysteme	86
4.4.3	Problemlösungswerkzeuge	97
4.5	Mitarbeiter	103
4.5.1	Stakeholderanalyse	103
4.5.2	Bewertungssysteme für Mitarbeiter	110
4.6	Unternehmenskultur	114
4.6.1	Kultur zur aktiven Weitergabe von Wissen	114
4.6.2	Motivation zur Mitarbeit	118
4.7	Fähigkeiten	122
4.7.1	Erforderliche Kompetenzen	122
4.7.2	Qualitätsorientierte Entwicklung von Schulungen im Engineering	124
4.8	Werte und Normen	128
4.8.1	Beeinflussung von Werten und Normen	129
4.8.2	Performanz-Leitbild der Engineering Community	130
4.9	Zusammenfassung	131

5	Erfolgsmessung der Engineering Community	132
5.1	Modellauswahl	132
5.2	Erfolgsfaktoren und Validierung.....	133
5.3	Berechnung des Erfolgsindex	137
6	Fallstudie	139
6.1	Engineering-Initiative	139
6.1.1	Entstehung der Engineering-Initiative	139
6.1.2	Themenfelder der Engineering-Initiative	140
6.2	Management der Community entlang des 7S-Modells	140
6.2.1	Strategie.....	140
6.2.2	Struktur	141
6.2.3	Systeme	142
6.2.4	Mitarbeiter	147
6.2.5	Unternehmenskultur.....	147
6.2.6	Fähigkeiten	148
6.2.7	Werte und Normen.....	149
6.3	Erfolgsmessung der Community	149
6.3.1	Beteiligung	149
6.3.2	Erfolgsindex	150
7	Zusammenfassung	152
8	Summary.....	155
9	Abkürzungsverzeichnis	158
10	Literaturverzeichnis	160

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit fokussiert sich auf die Entwicklung eines integrativen Ansatzes zur Unterstützung des Wissens- und Erfahrungsaustauschs mit dem Ziel der Erarbeitung und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering industrieller Anlagen. Dazu werden zunächst Motivation, Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit näher erläutert.

1.1 Motivation und Zielsetzung

Der Maschinen- und Anlagenbau ist mit fast einer Million Beschäftigten und einem Umsatz von über 200 Milliarden Euro im Jahr 2013 eine tragende Säule der deutschen Wirtschaft [1]. Gleichzeitig wird diese Branche auch im internationalen Vergleich als besonders innovativ und wettbewerbsfähig angesehen [2]. Der Anlagenbau zeichnet sich dabei insbesondere durch die kundenspezifische Integration von Komponenten und Teilsystemen zu einmaligen und auf spezielle Kundenbedürfnisse zugeschnittene Lösungen aus. Hierzu intelligente technische Lösungen zu entwickeln, ist Aufgabe des Anlagenengineerings.

Gleichzeitig sind in den vergangenen Jahren regelmäßig spektakuläre Fälle an die breite Öffentlichkeit gekommen, in denen Unternehmen oder öffentlichen Auftraggebern aus der Errichtung solcher Anlagen aufgrund enormer zeitlicher Verzögerungen oder mangelhafter technischer Realisierung viele Milliarden Euro Verlust entstanden sind. Dazu zählen beispielsweise die verspätete Auslieferung von Hochgeschwindigkeitszügen, der Bau eines Stahlwerks in Brasilien oder die Realisierung des Großflughafens Berlin-Brandenburg [3][4][5]. Ausgewählte Beispiele sowie deren Auswirkungen zeigt Abbildung 1.

<p>Hochgeschwindigkeitszug Velaro D</p>  <p>Kosten Geplant: 0,5 Mrd. € Realisiert: 0,6 Mrd. €</p> <p>Fertigstellung Geplant: 2011 Realisiert: 2013/14</p>	<p>Stahlwerk Brasilien</p>  <p>Kosten Geplant: ~ 3 Mrd. € Realisiert: ~ 5 Mrd. €</p> <p>Fertigstellung Geplant: 2009 Realisiert: 2010</p>	<p>Flughafen Berlin-Brandenburg</p>  <p>Kosten Geplant: ~ 2 Mrd. € Erwartet: > 5 Mrd. €</p> <p>Fertigstellung Geplant: 2012 Erwartet: 2017</p>
---	---	---

Bilder: Siemens, ThyssenKrupp, Flughafen Berlin

Abbildung 1: Ausgewählte Großprojekte und ihre Auswirkungen [6]

Die Gründe für solche Verzögerungen sind vielfältig. Sie werden häufig in Fehlern des Projektmanagements, mangelnder Kommunikation, zu optimistischen Zeitplänen, später Änderung von Anforderungen oder in der Unterschätzung der Komplexität gesehen [7]. Besonders erstaunlich ist das Auftreten solcher Probleme vor dem Hintergrund, dass heutzutage äußerst leistungsfähige digitale Planungswerkzeuge, moderne Methoden des Projektmanagements und zahlreiche Kommunikationsmedien verfügbar sind. Auch die technische Machbarkeit dieser Anlagen ist in den meisten Fällen kein ausschlaggebender Grund für Verzögerungen oder fehlende Leistungsfähigkeit. Vergleichbare Anlagen wurden in der Regel bereits mehrfach erfolgreich realisiert. Erschwerend kommt hinzu, dass die weltweite Konkurrenz stärker wird und den deutschen Maschinen- und Anlagenbau über günstigere Lösungen zunehmend unter Druck setzt [8][9].

Vor diesem Hintergrund ist ein Verlust der Wettbewerbsfähigkeit des Anlagenbaus in Deutschland zu vermeiden. Dazu müssen die aufgrund geringerer Kosten und verstärkter technischer Leistungsfähigkeit erstarkten Konkurrenten aus Asien auf Abstand gehalten und die zunehmende Komplexität sowie die steigenden Anforderungen in Planungsprojekten effizient beherrscht werden. Die reibungslose Zusammenarbeit aller Teilnehmergruppen, der Austausch von Erfahrungen und Wissen sowie die Anwendung geeigneter Methoden entlang des gesamten Engineering-Prozesses wird daher immer wichtiger. Die Unterstützung durch geeignete Engineering-Methoden beinhaltet beispielsweise die Standardisierung oder Modularisierung von Anlagenteilen, die kontinuierliche Weiterbildung der Ingenieure, ein auf die Anforderungen des Engineerings abgestimmtes Projektmanagement oder die effiziente Zusammenarbeit des Engineerings mit internationalen Standorten [8].

Um das Wissen und die Erfahrungen im Unternehmen zusammenzuführen und neue Methoden zu implementieren, existieren derzeit verschiedene Ansätze. Dies sind beispielsweise strategische Unternehmensinitiativen mit besonderem Fokus auf das Herunterbrechen klarer Zielvorgaben, Methoden und Werkzeuge des Wissensmanagements sowie „Communities of Practice“. Keines dieser Instrumente ist jedoch darauf ausgelegt, ganz gezielt die Entwicklung und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen zu unterstützen und dabei gleichzeitig eine breite Basis dezentraler Erfahrungsträger des Engineerings einzubinden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher die Entwicklung eines integrierten Ansatzes sowie geeigneter Vorgehensweisen und Werkzeuge, um einen übergreifenden und auf Methoden fokussierten Austausch über zahlreiche Interessensgruppen im Anlagenengineering zu fördern. Dazu sollen die relevanten Interessensgruppen eines Unternehmens in einer Engineering Community vereint werden und gemeinsam Vorgehensweisen und Methoden zur Optimierung des Engineerings entwickeln sowie deren Implementierung im Unternehmen forcieren.

Die vorliegende Arbeit stellt daher mit der Community-basierten Optimierung des Anlagenengineerings einen Ansatz dar, wie große Unternehmen dezentrale Erfahrungsträger in die Erarbeitung effizienter Engineering Methoden einbinden und daraus resultierende Verbesserungsmaßnahmen und deren Umsetzung ganzheitlich in ihren Unternehmen verankern können. Damit wird eine Voraussetzung geschaffen, dass sich die Engineering-Einheiten eines Unternehmens untereinander stärker vernetzen, voneinander lernen und gemeinsam Verbesserungsmaßnahmen entwickeln und implementieren.

1.2 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit stellt dazu, im Anschluss an diese Einleitung, eine Abgrenzung und Definition des industriellen Anlagenbaus sowie des Anlagenengineerings als zentrales Betrachtungsobjekt dar. Zusätzlich werden zum tieferen Verständnis wichtige Hilfsmittel und Vorgehensweisen im Engineering erläutert. Darüber hinaus wird die Verankerung des Engineerings in verschiedenen Unternehmen mit Hilfe einer dazu entwickelten Methode detailliert analysiert.

Anschließend werden in Kapitel 3 die wichtigsten Herausforderungen im Engineering anhand der Ergebnisse einer Expertenbefragung sowie einer Literaturanalyse herausgearbeitet. Darauf aufbauend werden geeignete Methoden zur Steigerung der Effizienz und Effektivität im Engineering hinsichtlich deren Implementierung in Unternehmen anhand einer Literaturrecherche untersucht. Danach erfolgt die Bewertung grundlegender Ansätze zur Verbesserung der Zusammenarbeit und des Wissens- und Erfahrungsaustauschs im Engineering. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden die Defizite bekannter Ansätze herausgearbeitet. Um die dabei erkannten Defizite zu beheben, werden mehrere Anforderungen an einen integrierten Methoden- und Werkzeugbaukasten zur Realisierung einer unternehmensinternen Engineering Community gestellt.

Die eigentliche Ausgestaltung der Engineering Community wird in Kapitel 4 vorgenommen und erfolgt entlang des sogenannten 7S-Modells als Strukturierungshilfe. Die Lösung fokussiert sich dabei auf die Realisierung eines integrierten Ansatzes mit wesentlichen Elementen des Wissensmanagements, von „Communities of Practice“ und strategischen Unternehmensinitiativen. Abgerundet wird die Entwicklung des zugrunde liegenden Baukastens mit der Vorstellung eines anhand von Literaturanalysen erarbeiteten und mit Hilfe von Experteninterviews verifizierten Bewertungsmodells in Kapitel 5.

Die praktische Anwendung des im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Baukastens wird anhand der innerhalb eines großen Elektrokonzerns realisierten Engineering Community gezeigt. Dabei werden zur Verifizierung des erarbeiteten Ansatzes Kennzahlen über die Aktivitäten der Engineering Community und deren zeitlichem Verlauf dargestellt.

2 Definition, Vorgehensweisen und Bedeutung des Engineerings industrieller Anlagen

Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick über die Stellung des Engineerings im Unternehmen und im Wertschöpfungsnetzwerk, stellt wesentliche Vorgehensweisen und Werkzeugklassen dar und zeigt die wirtschaftliche Bedeutung des Anlagenengineerings für den Standort Deutschland auf.

2.1 Definition und Einordnung des Engineerings

Das Engineering industrieller Anlagen steht in vielfältigen Beziehungen innerhalb der Wertschöpfungskette eines Unternehmens sowie im Wertschöpfungsnetzwerk zwischen Unternehmen. Aus diesem Grund ist es neben einer allgemeinen Definition wichtig, das Anlagenengineering aus verschiedenen Sichtweisen zu betrachten und von anderen Aktivitäten im Wertschöpfungsnetzwerk abzugrenzen.

2.1.1 Definition des Engineerings

Der Begriff Engineering stammt aus dem Englischen und wird wörtlich mit „Ingenieurwesen“ ins Deutsche übersetzt [10]. Damit umfasst dieser Begriff sämtliche ingenieurwissenschaftliche Fachdisziplinen. Mit Fokus auf das Engineering industrieller Anlagen erhält der Begriff jedoch eine deutlich eingeschränkere Bedeutung. In VDI-Richtlinie 3695 „Engineering von Anlagen – Evaluieren und optimieren des Engineerings“ wird der Begriff Engineering wie folgt definiert:

„Das Engineering ist die systematische Anwendung von Kenntnissen über physikalische Gesetzmäßigkeiten zur Konzeption, Erschaffung und Verbesserung von Anlagen. Das Engineering erfordert das Zusammenwirken verschiedener Gewerke, z. B. der Prozesstechnik, des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und der Automatisierungstechnik.“ [11]

Somit zeigt sich, dass es sich beim Engineering von Anlagen um eine interdisziplinäre Aufgabe handelt, die das Ziel verfolgt, eine industrielle Anlage zu erschaffen oder zu verbessern. Zur näheren Einordnung wird das Engineering industrieller Anlagen zusätzlich anhand verschiedener Sichtweisen betrachtet. Dazu gehören die für das Engineering relevanten Branchen, der zugrunde liegende Geschäftstyp sowie die Stellung im Anlagenlebenszyklus.

Branchenbezug

Das Engineering industrieller Anlagen ist als zentrale Aufgabe des Maschinen- und Anlagenbaus einzuordnen. Die Branche des Maschinen- und Anlagenbaus wird in Deutschland vom statistischen Bundesamt dem Wirtschaftsbereich des verarbeitenden Gewerbes zugeordnet [12]. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich Maschine und Anlage auf unterschiedlichen Hierarchieebenen befinden [13].

Folgende Definitionen helfen bei der Abgrenzung:

- Eine Maschine ist eine „[...] Vorrichtung zur Erzeugung oder Übertragung von Kräften, die eine nutzbare Arbeit leistet (Arbeitsmaschine) oder eine Energieart in eine andere umsetzt (Kraftmaschine). [...] Die Bestandteile der Maschine sind Maschinenelemente.“ [14]
- Eine Anlage hingegen ist eine „Verbundleistung mehrerer – in ihrer Funktion meist selbstständiger – Einzelaggregate (z. B. Maschinen, Steuerungen), die auf Basis einer integrierten Technologie als mehrere hintereinander geschaltete Produktionsprozesse zusammenwirken, um Erzeugnisse herzustellen oder Dienstleistungen zu erbringen“. [15]

Damit zeigt sich, dass sich der Maschinenbau mit Maschinen und deren Entwicklung und Produktion befasst und die Kombination und Integration von Maschinen und anderen Komponenten zu einer funktionstüchtigen Einheit die Aufgabe des Anlagenbauers ist [13]. Somit sind der Maschinen- und der Anlagenbau eng miteinander verwoben und bilden einen fließenden Übergang. Abbildung 2 zeigt dazu verschiedene Integrationsstufen als Übersicht.



Abbildung 2: Technische Einheiten und Systeme, in Anlehnung an [16]

Über die Integrationsstufen hinweg bewegen sich Komplexität und Stückzahl in der Regel gegenläufig. Auf niedrigster Integrationsebene (Geräte und Komponenten) besteht relativ geringe Komplexität, jedoch werden diese Produkte in sehr hohen Stückzahlen und meist als Standard verkauft. Auf höchster Integrationsebene hinge-

gen werden die Komponenten, Maschinen und Teilsysteme zu hochkomplexen, individuell zugeschnittenen Gesamtanlagen zusammengeführt. Die Anlagen entsprechen dabei exakten Kundenanforderungen und werden in der Regel lediglich ein einziges Mal errichtet. Eine klare Abgrenzung verschiedener Anlagentypen ist aufgrund der Heterogenität nicht einfach. Voigt zieht den Output, die Prinzipien der Produktion und die Position der Anlagen in der Kreislaufwirtschaft als Abgrenzungskriterien heran und teilt den Anlagenbau damit in fünf Gruppen ein [13]. Tabelle 1 stellt diese Gruppen als Übersicht dar.

Tabelle 1: Gruppen des industriellen Anlagenbaus, in Anlehnung an [13]

Gruppe	Beispiele
Kraftwerke und Energieanlagen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atom-, Öl-, Kohle-, Wind- und Wasserkraftwerke ▪ Umspannwerke, Transformatoren, Energieübertragung
Anlagen der Verfahrenstechnik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlagen der Chemie, Petrochemie, pharmazeutischen Industrie ▪ Anlagen der Baustoffindustrie ▪ Hüttenwerke
Anlagen der Fertigungstechnik	Anlagen der weiterverarbeitenden Industrien, u. a.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presswerke ▪ Holzverarbeitung ▪ Kunststoffverarbeitung
Recycling- und Entsorgungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Müllverbrennungsanlagen ▪ Recyclinganlagen ▪ Abwasseraufbereitungsanlagen
Anlagen der Lebensmittelindustrie	Verfahrens- und fertigungstechnische Anlagen mit besonderen Anforderungen an Hygiene und Sauberkeit

Damit zeigt sich, dass das Engineering selbst eine zentrale Rolle im Maschinen- und Anlagenbau spielt, die dabei entstehenden Anlagen jedoch Abnehmer in einer Vielzahl unterschiedlicher Wirtschaftszweige finden und jeweils deren individuellen Anforderungen nachkommen müssen.

Geschäftstyp

Ergebnis der Aktivitäten von Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sind somit nahezu ausschließlich Investitionsgüter oder damit verbundene Dienstleistungen (z. B. Engineering oder Service). Ein Investitionsgut unterscheidet sich dabei nicht durch seine technischen Merkmale und Eigenschaften von einem Konsumgut, sondern durch den Nachfrager. Konsumgüter werden vom Endverbraucher beziehungsweise vom Konsumenten gekauft, während Investitionsgüter normalerweise von Organisationen und Unternehmen für den Einsatz in der Leistungserstellung beschafft werden. [17]

Gleichzeitig ist die Investitionsgüterindustrie selbst äußerst vielfältig und komplex. Zur besseren Unterscheidbarkeit der Leistungen der Investitionsgüterindustrie ordnet Backhaus diese in die vier Geschäftstypen Zuliefergeschäft, Systemgeschäft, Produktgeschäft und Anlagen-/ Projektgeschäft ein. Dazu werden einerseits die Kontinuität der Geschäftsbeziehung und der Folgekaufcharakter, andererseits die Individualität der Leistung als zwei zentrale Dimensionen betrachtet. Abbildung 3 zeigt die beiden Dimensionen und die zugeordneten Geschäftstypen als Matrix auf. [18][19]

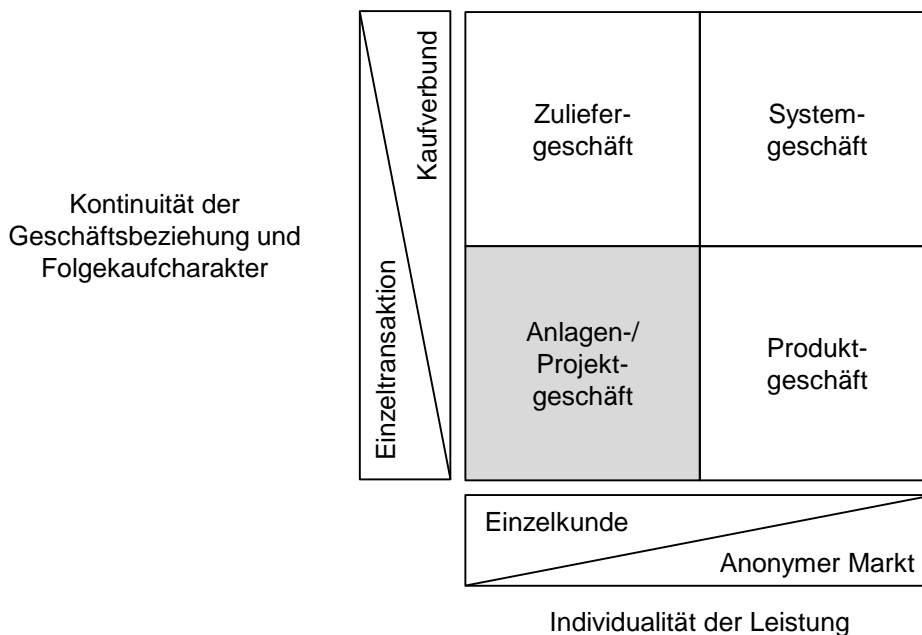


Abbildung 3: Geschäftstypen der Investitionsgüterindustrie [18]

Das Anlagen- oder Projektgeschäft, das auf Einzelkunden und gleichzeitig Einzeltransaktionen ausgerichtet ist, ist dabei der komplexeste Geschäftstyp der Investitionsgüterindustrie. Die Leistungen, komplexe Projekte, werden hier als ein geschlossenes Angebot vermarktet, das von einem einzigen oder auch mehreren Lieferanten gleichzeitig erstellt wird. Aufgrund dieser Merkmale können die Aktivitäten des Anlagenengineerings dem Anlagen- bzw. Projektgeschäft zugeordnet werden. [18][19]

Anlagenlebenszyklus

Auch im Lebenszyklus einer solchen industriellen Anlage nimmt das Engineering eine zentrale Rolle ein, indem es das verbindende Element zwischen Investitionsentscheidung und Betrieb einer (ggf. verbesserten) Anlage darstellt. Somit werden im Rahmen des Engineerings sämtliche Voraussetzungen für einen möglichst dauerhaften wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage geschaffen. [20]

Abbildung 4 zeigt einen prinzipiellen Anlagenlebenszyklus mit den Phasen Design und Engineering, Errichtung und Inbetriebnahme, Produktion und Instandhaltung sowie Modernisierung und Upgrade.

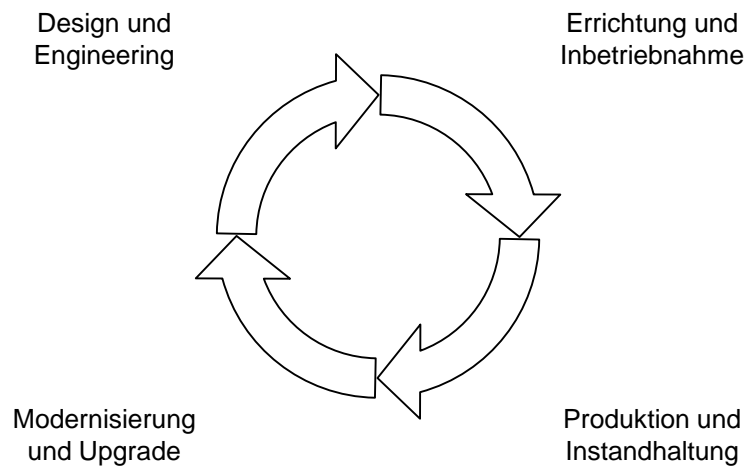


Abbildung 4: Anlagenlebenszyklus [21]

Das Engineering spielt dabei in nahezu allen Phasen dieses Lebenszyklus eine wichtige Rolle. Im Anschluss an die initiale Investitionsentscheidung ist es Aufgabe des Engineerings, die Anlage zu konzipieren und so zu planen, dass sämtliche (Leistungs-)Anforderungen des Kunden eingehalten werden. Während der anschließenden Errichtungs- und Inbetriebnahmephase hat das Engineering die korrekte Umsetzung der Vorgaben sicherzustellen und die Anlage auf die erforderliche Leistung zu bringen. Auch während des sich anschließenden produktiven Betriebs der Anlagen können im Rahmen der Instandhaltung einzelne Engineering-Aktivitäten anfallen, falls beispielsweise wichtige Anlagenkomponenten am Markt nicht mehr verfügbar sind und durch Alternativlösungen ersetzt werden müssen. Eine wichtige Rolle spielt das Engineering dann wieder im Rahmen einer Modernisierung oder eines Upgrades der Anlage. Dabei ist nach einer erneuten Investitionsentscheidung das neue Leistungsniveau der Anlage durch konzeptionelle und planerische Tätigkeiten vorzubereiten und anschließend umzusetzen.

2.1.2 Einordnung des Engineerings

Zur Einordnung des Engineerings im einzelnen Unternehmen ist die Wertschöpfungskette näher zu analysieren. Dazu werden die Aktivitäten eines Unternehmens zunächst allgemein dargestellt und anschließend Engineering-spezifisch im Modell der Wertkette von Porter aufgezeigt. Darauf folgen eine Abgrenzung der einzelnen Wertschöpfungsketten im Wertschöpfungsnetzwerk mehrerer Unternehmen sowie die Analyse zentraler Erfolgsfaktoren im Vergleich zu anderen wertschöpfenden Kernprozessen.

Engineering im Modell der Wertkette von Porter

Das Modell der Wertkette von Porter zeigt, wie in Abbildung 5 dargestellt, die grundlegenden Tätigkeiten zur Leistungserstellung eines produzierenden Unternehmens auf. Porter unterscheidet dabei in primäre und unterstützende Tätigkeiten. [22]

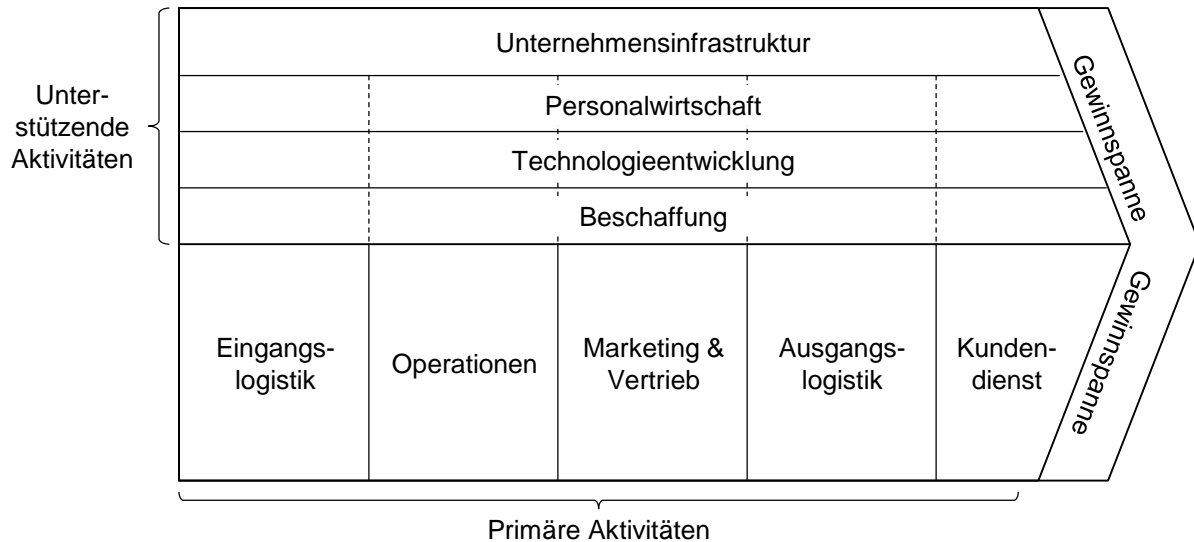


Abbildung 5: Modell der Wertkette nach Porter [22]

Zu den primären Tätigkeiten zählen Eingangslogistik, Operationen als zentrale Stelle der Verarbeitung der Güter, Marketing und Vertrieb, Ausgangslogistik sowie Kundendienst. Die primären Tätigkeiten sind somit für den eigentlichen Leistungserstellungsprozess verantwortlich, während die unterstützenden Tätigkeiten die Voraussetzungen dazu schaffen. Zu den unterstützenden Tätigkeiten zählen daher Unternehmensinfrastruktur, Personalwirtschaft, Technologieentwicklung und Beschaffung. [22]

Die Wertkette eines Engineering-Unternehmens, das beispielsweise automatisierte Fertigungsanlagen für die diskrete Produktion von Gütern herstellt, unterscheidet sich hierbei in zentralen Aspekten. Grundsätzlich werden im Leistungserstellungsprozess ebenfalls sämtliche Schritte der Wertkette durchlaufen, jedoch in teils unterschiedlicher Reihenfolge und mit teils unterschiedlichen Aufgaben.

So erfolgt im Engineering-Unternehmen der Vertrieb der Anlage in der Regel bereits vor Fertigung bzw. Errichtung und Inbetriebnahme, da sämtliche kundenspezifische Anforderungen bereits in der Konzept- und Planungsphase (auftragsabhängiges Engineering) zu berücksichtigen sind. Gleichzeitig ist als unterstützende Tätigkeit in der Regel ein auftragsunabhängiges Engineering aktiv, das flexible und in verschiedenen Anlagen einsetzbare Module entwirft und somit den auftragsabhängigen Engineering-Prozess beschleunigt. Abbildung 6 zeigt die Wertkette eines Engineering-Unternehmens im Überblick.

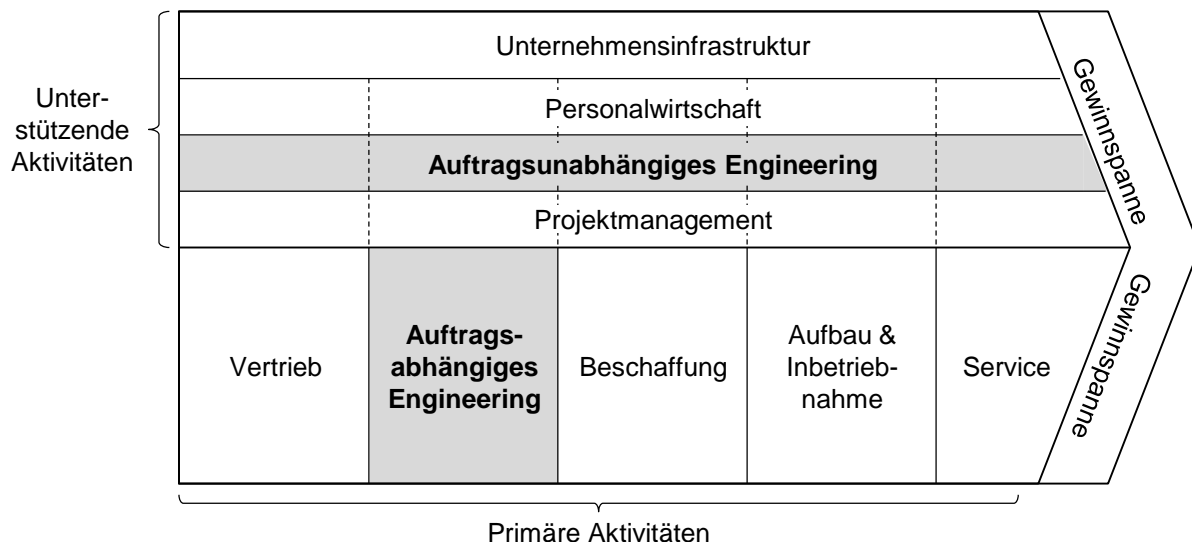


Abbildung 6: Wertkette eines Engineering-Unternehmens

Eine wichtige Aufgabe fällt neben dem Engineering dem Projektmanagement zu, da die Steuerung aller im Rahmen der Leistungserstellung anfallenden Tätigkeiten einen zentralen Erfolgsfaktor darstellt. Die Rolle der Beschaffung wandelt sich von der Sicherstellung der Verfügbarkeit der für die Produktion erforderlichen Materialien bei produzierenden Unternehmen hin zu einer sehr projektspezifisch agierenden Beschaffungsorganisation. So sind in Abhängigkeit des Projekts sowohl ganze Gewerke bei externen Lieferanten oder Dienstleistern zu beauftragen als auch komplette Teilsysteme zu spezifizieren und individuell zu beschaffen. Damit ist die Beschaffungsorganisation eng in die Projektabwicklung eingebunden. Sehr ähnlich verhält es sich bei Aufbau und Inbetriebnahme. Im Rahmen dieser Tätigkeiten ist die kundenspezifische Anlage in der Regel vor Ort beim Kunden aufzubauen und in Betrieb zu nehmen.

Engineering im Wertschöpfungsnetzwerk

Im Umfeld produzierender Unternehmen treffen zahlreiche Wertschöpfungsketten aufeinander und weisen gleichzeitig Querverbindungen und Abhängigkeiten auf. So basiert das Anlagenengineering auf den Ergebnissen der Produktentwicklung und Produktlinienplanung, da möglichst frühzeitige und vollständige Produktinformationen Voraussetzung zur Planung der Produktionsanlage sind. Auf die Planung der Produktionsanlage folgt schließlich die physische Errichtung und Inbetriebnahme sowie der produktive Anlagenbetrieb (Produktion). Auf Basis der Planungsdaten wird dann ein möglichst optimaler Service (Instandhaltung, After-Sales-Services) geplant und operativ ausgeführt. Zudem kann die Anlage weiter optimiert werden. Das Engineering ist somit eingebettet in zahlreiche weitere Wertschöpfungsketten und weist Abhängigkeiten zu diesen auf. Abbildung 7 stellt diese Querverbindungen zum Engineering grafisch dar.

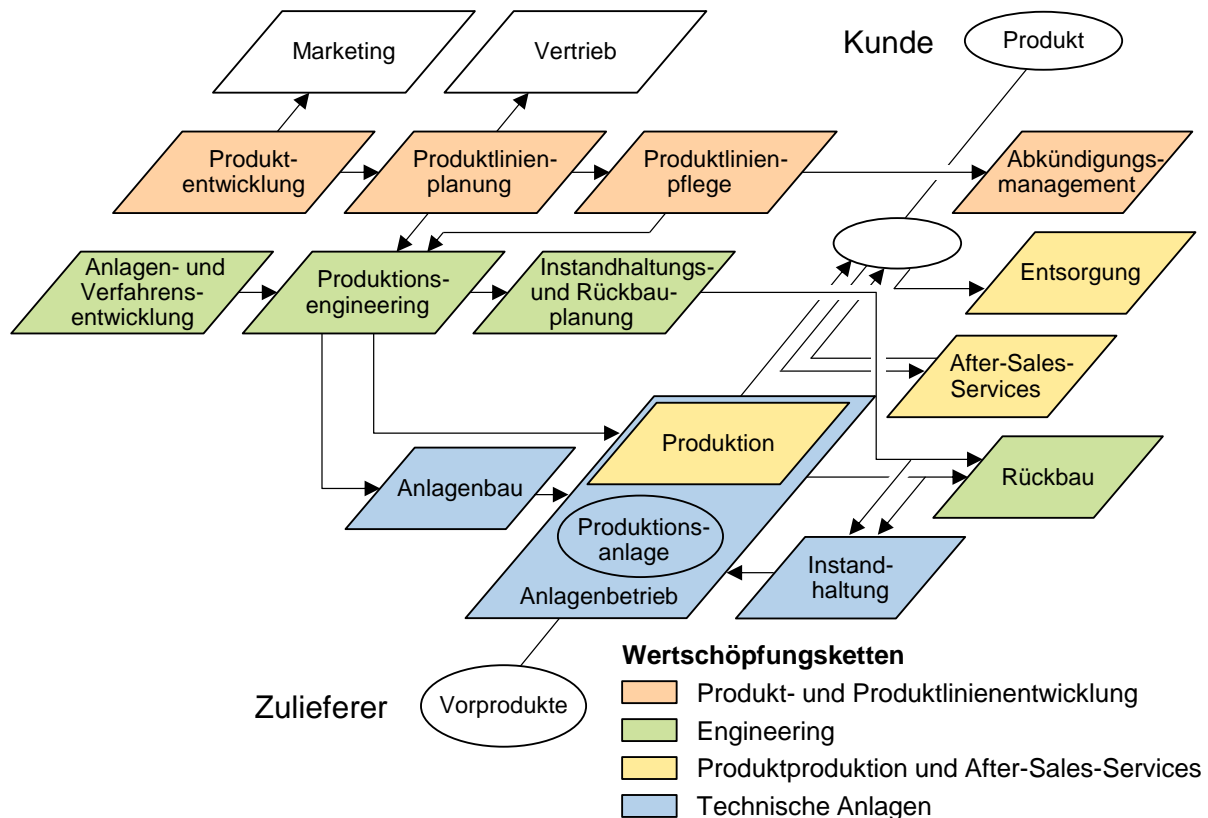


Abbildung 7: Prozesslandschaft im Wertschöpfungsnetzwerk,
in Anlehnung an [23]

Zur klareren Abgrenzung der charakteristischen Merkmale der verschiedenen Wertschöpfungsketten werden in den folgenden Abschnitten Engineering, Produktentwicklung, Service und Produktion detaillierter betrachtet.

Engineering

Wie bereits erläutert, ist es Aufgabe des Engineerings, Anlagen zu planen, zu errichten, in Betrieb zu nehmen sowie gegebenenfalls zu erweitern, zu optimieren oder zu modernisieren. Dabei werden Kenntnisse aus zahlreichen Fachdisziplinen wie z. B. der Prozesstechnik, des Maschinenbaus, der Elektrotechnik oder der Automatisierungstechnik systematisch angewandt. [11]

Als Hilfsmittel zur Orchestrierung aller erforderlichen Prozesse hat sich in den vergangenen Jahren der Denkansatz des „Systems Engineering“ verbreitet. Systems Engineering soll mit Hilfe von Prozessen und Methoden dabei helfen, komplexe technische Systeme zu entwickeln. Seinen Ursprung hat das Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt, wo bereits seit Jahrzehnten komplexe technische und besonders sicherheitsrelevante Systeme entwickelt wurden. Systems Engineering findet daher zunehmend Einzug in die Entwicklung komplexer Anlagen und Produkte. Wichtige Normen sind beispielsweise die VDI-Richtlinie 2206 (Entwicklungsmethodik

für mechatronische Systeme) oder die ISO/IEC 15288 (Systementwicklung – Der Systemlebenszyklus und seine Prozesse). [24]

Produktentwicklung

Die Produktentwicklung umfasst den gesamten Prozess von der ersten Idee eines neuen Produkts bis zu dessen Markteinführung. Dabei steht aufgrund des Trends hin zu mechatronischen Produkten die Integration der verschiedenen Fachdisziplinen im Vordergrund. Ziel ist dabei, möglichst innovative Produkte bei immer kürzeren Entwicklungszeiten zu realisieren und die Komplexität zu beherrschen. [25]

Ein wichtiger Denkansatz zur Unterstützung einer effizienten und ganzheitlichen Produktentwicklung stellt das Product Lifecycle Management (PLM) dar. PLM ist ein Instrument zur Gestaltung und Verwaltung der Prozesse sowie zur Unterstützung durch IT-Systeme. Dazu gehört sowohl die Unterstützung der Produktentwickler durch IT-gestützte Workflows als auch eine effiziente Produktdatenverwaltung. Wichtiges Ziel ist es, definierte Prozesse und konsistente Produktdaten von der ersten Idee bis hin zur Nachserienbetreuung von Produkten vorzuhalten. [26]

Service

Die Aktivitäten des Services fallen in den Bereich von Dienstleistungen und beziehen sich im Umfeld der Produktion auf industrielle Anlagen. Daher wird in diesem Zusammenhang von technischem Service gesprochen. Dieser umfasst im engeren Sinne Tätigkeiten der Instandhaltung wie beispielsweise Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Im weiteren Sinne gehören dazu auch Ersatzteilmanagement, Datenmanagement oder Beratungsleistungen. [27][28][29]

Produktion

Die Produktion ist der gemeinsame Anknüpfungspunkt der zuvor genannten Wertschöpfungsketten. Nur optimal aufeinander abgestimmte Arbeitsergebnisse der drei Wertschöpfungsketten führen zu einer wirtschaftlichen Produktion: fertigungstechnisch optimierte Produkte als Ergebnis der Produktentwicklung, flexible Anlagen mit gewünschter Ausbringungsmenge und Qualität als Ergebnis des Engineerings, hohe Verfügbarkeit der Produktionsanlagen durch optimalen Service.

Die Produktion selbst sollte im Rahmen ihres Produktionssystems bestimmte Rahmenbedingungen erfüllen. Dazu gehören bei einem ganzheitlichen Produktionssystem beispielsweise standardisierte Abläufe, Fehlervermeidung, kontinuierliche Verbesserung, Mitarbeiterorientierung, Vermeidung von Verschwendung, visuelles Management sowie das Fließ- und Pull-Prinzip. [30]

2.1.3 Charakterisierung des Anlagenbaus

Durch seine spezifischen Merkmale unterscheidet sich das Projektgeschäft Anlagenbau sehr deutlich von anderen Industriebereichen. Nachfolgend werden die wichtigsten Charakteristika näher erläutert.

Auftrags-(Einzel-)Fertigung

Charakteristisch für industrielle Anlagen ist die kundenindividuelle Auftragsfertigung. Diese ruft eine hohe Interaktionskomplexität hervor, zum einen durch eine sehr enge Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen Anbieter und Kunde und zum anderen durch einen frühen Zeitpunkt der Spezifikation von Leistungsmerkmalen der Anlage im Akquisitionsprozess, da der Absatzprozess zeitlich vor dem Fertigungsprozess liegt. Grundsätzlich ist der Anlagenbau zwar der Einzelfertigung zuzuordnen, allerdings kann es im Zuge der Leistungserstellung durchaus vorkommen, dass einzelne Teile oder Teilbereiche aus einem Baukastensystem sowie der Serien- oder Sortenfertigung eingesetzt werden. [13][18]

Langfristigkeit und hohe Wertdimension der Aufträge

Durch typischerweise lange Zeiträume zwischen den einzelnen Projektphasen kann in bestimmten Branchen von der Akquisitionsphase bis hin zur Inbetriebnahme einer Anlage mit einer Dauer von bis zu zehn Jahren gerechnet werden. Im Durchschnitt liegt die Projektlaufzeit bei zwei bis drei Jahren. Ein weiteres Merkmal des industriellen Anlagenbaus sind die hohen Auftragsvolumina der einzelnen Aufträge, die sich von einigen Millionen bis hin zu einer Milliarde Euro im Großanlagenbau erstrecken können. [13][31]

Diskontinuierlicher Auftragseingang

Der Auftragseingang im industriellen Anlagenbau ist von starken Schwankungen geprägt. So sind sowohl Über- als auch Unterkapazitäten in dieser Branche keine Seltenheit. Gründe hierfür sind neben der oft langen Projektdauer hauptsächlich die Sprunghaftigkeit des technischen Fortschritts und die Abhängigkeit von der konjunkturellen Lage der Abnehmerbranchen. [13][31]

Kooperative Anbieterorganisation

Aufgrund der hohen technischen Komplexität kann in der Regel ein Anbieter alleine nicht alle Kompetenzen, die für die Gesamtrealisierung einer Anlage benötigt werden, aufbringen. Deshalb ist es üblich, Anbietergemeinschaften zu bilden, die eine Schaffung von Synergieeffekten und eine Aufteilung des Risikos ermöglichen. Verbreitete Formen der Anbieterorganisation sind beispielsweise Konsortien, Partnerschaften und Joint Ventures. [13][18]

Hohes Erfüllungsrisiko

Mit der oben erwähnten langen Auftragsdauer und dem hohen Auftragsvolumen geht gleichzeitig ein beachtliches Risiko sowohl von Kunden- als auch von Anbieterseite einher. Während der Kunde nicht nach Belieben den Anbieter wechseln kann und gleichzeitig darauf vertrauen muss, dass die Anlage nach seinen Anforderungen gebaut wird, ist der Anbieter gezwungen, die meist mehrjährigen Projekte gegenüber Finanzrisiken, Ausfällen etc. abzusichern. [19][31]

2.1.4 Fazit

Auf Basis der oben dargestellten Charakterisierung des Engineerings und des zugrunde liegenden Anlagenbaus können folgende Merkmale für eine umfassende Definition für das Engineering industrieller Anlagen herangezogen werden:

- Die Aktivitäten des Engineerings beziehen sich auf integrierte **Teilsysteme** oder **Gesamtanlagen**. Zentrales Merkmal ist dabei die **Integrationsleistung** des Engineerings, die Beherrschung einer hohen **Komplexität** sowie die geringe **Stückzahl** der zu errichtenden oder zu fertigenden Teilsysteme oder Anlagen.
- Die Auftragsabwicklung erfolgt dabei in der Regel als **Einzeltransaktion** im Rahmen des **Projektgeschäfts**. Das heißt, es sind die speziellen Anforderungen eines **Einzelkunden** zu berücksichtigen.
- In den jeweiligen Unternehmen sind meist zwei Arten des Engineerings implementiert. Dabei handelt es sich zum einen um das **projektabhängige** Engineering zur Umsetzung der spezifischen Kundenlösung und zum anderen um das **projektunabhängige** Engineering zur Festlegung von beispielsweise wiederverwendbaren Modulen.
- Die Aktivitäten des Engineerings sind in nahezu **allen Phasen des Anlagenlebenszyklus** von Bedeutung. Dies umfasst die initiale Konzeption und Planung der Anlage, die anschließende Errichtung und Inbetriebnahme, aber auch die laufende Wartung und Verbesserung sowie den finalen Rückbau einer Anlage.
- Das Engineering stellt darüber hinaus eine **Verknüpfung von Produktentwicklung und Produktion** dar. So ist das Engineering zur Spezifikation einer Anlage insbesondere auf die Informationen der Produktentwicklung angewiesen, gleichzeitig ist die Fertigstellung der Anlage zentrale Voraussetzung zur Aufnahme der Produktion.

2.2 Vorgehensmodell und Werkzeuge im Engineering

Das Engineering von Industrieanlagen besteht aus einigen grundlegenden Schritten. Die Erstellung der Arbeitsergebnisse innerhalb des Engineering-Prozesses wird durch verschiedene Software-Werkzeuge unterstützt. In den folgenden Abschnitten werden das Vorgehen und typische Werkzeuge näher erläutert.

2.2.1 Vorgehensmodell

Zahlreiche Normen oder Beschreibungen zeigen die grundlegenden Schritte des Engineering-Prozesses auf. In der Regel fokussieren sich diese Beschreibungen auf einen oder mehrere meist branchenspezifische Anwendungsfälle. Tabelle 2 gibt eine

Übersicht über wichtige Vorgehensmodelle, ihre Anwendungsfälle sowie die wesentlichen Prozessschritte.

Tabelle 2: Vorgehensmodelle im Engineering

Norm / Richtlinie	Anwendungsfall	Prozessschritte
VDI 5200 [32]	Fabrikplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zielfestlegung ▪ Grundlagenermittlung ▪ Konzeptplanung ▪ Detailplanung ▪ Realisierungsvorbereitung ▪ Realisierungsüberwachung ▪ Hochlaufbetreuung ▪ Projektmanagement
VDI 2206 [33]	Mechatronische Systeme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen ▪ Systementwurf ▪ Domänenspezifischer Entwurf ▪ Systemintegration ▪ Eigenschaftsabsicherung ▪ Modellbildung und Analyse
VDI 3695 [34]	Engineering von Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akquisition ▪ Planung ▪ Realisierung ▪ Inbetriebnahme
VDI 4499 [35]	Digitale Fabrik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zielplanung ▪ Konzept- und Ausführungsplanung ▪ Ausführungsüberwachung ▪ Anlauf ▪ Produktionsbetrieb
AutomationML Referenzprozess [36]	Fertigungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produktdesign ▪ Fabrikplanung ▪ Funktionales Engineering ▪ Inbetriebnahme ▪ Standardisierung
NA 35 [37]	Abwicklung von PLT-Projekten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagenermittlung ▪ Vorplanung ▪ Basisplanung ▪ Ausführungsplanung ▪ Errichtung ▪ Inbetriebsetzung ▪ Projektabschluss

Die in Tabelle 2 dargestellten Vorgehensmodelle beziehen sich auf verschiedene Anwendungsfälle und beschreiben die Prozessschritte unterschiedlich detailliert. Aus diesem Grund wird das Vorgehen anhand der vier Schritte der Richtlinie VDI 3695

(Akquisition, Planung, Realisierung und Inbetriebnahme) beispielhaft beschrieben. Da sich die Richtlinie VDI 3695 lediglich auf die Nennung der vier Prozessschritte beschränkt, werden Erläuterungen aus weiteren Vorgehensmodellen hinzugenommen.

Akquisition

Im Rahmen der Akquisition (auch Grundlagenermittlung) liegt der Fokus in der Regel auf der Analyse von Ausschreibungsunterlagen und enthaltenen Anforderungen, der Klärung des genauen technischen Umfangs sowie der Erstellung eines grundlegenden Anlagenkonzepts mit möglichen Alternativen. Zur Vorbereitung von Kosten- und Zeitplänen werden zudem erste Schätzungen zu erforderlichen Anlagenkomponenten und wahrscheinlichen Lieferzeiten vorgenommen. Darüber hinaus wird der Aufwand für das Engineering ermittelt und ein entsprechendes Team zusammengestellt. Ergebnis dieser ersten Projektphase ist die Machbarkeit der geforderten Anlage einschließlich Anforderungsliste, Risiken, des technischen Anlagenkonzepts, eines Projektplans sowie der Angebotsdokumente. [32]

Planung

Die Planungsphase (meist bestehend aus Basic und Detail Engineering) schließt sich an die Akquisition an und erfolgt in der Regel nach erhaltenem Zuschlag für ein Projekt. Dazu sind die dokumentierten Konzepte und Spezifikationen nochmals zu überprüfen und gegebenenfalls zu modifizieren. Zudem werden die grundlegenden Prozesse validiert, erste mechanische Konstruktionen erstellt, das genaue Layout der Anlage festgelegt sowie die einzelnen Komponenten der Anlage spezifiziert. Auf dieser Basis können Angebote von Sublieferanten eingeholt werden. Zudem entstehen 2D- oder 3D-Modelle der Anlage, Logistikkonzepte und Materialflüsse, Konstruktionszeichnungen sowie gegebenenfalls Gebäudelayouts und -pläne. Zusätzlich werden Testpläne und Spezifikationen der Anlagenkomponenten angefertigt. Im weiteren Verlauf der Planung werden die Konzepte und Anlagenmodelle verfeinert sowie Fertigung von Anlagenteilen und Integrationstests vorbereitet. Dazu gehören detaillierte Pläne aller technischen Systeme mit Spezifizierung aller Teilkomponenten, Auswahl der Automatisierungssysteme sowie Konfiguration und Erstellung der Steuerungssoftware. Zentraler Bestandteil ist zudem die Erstellung von Dokumentationen zur Fertigung, zum Aufbau und zur Inbetriebnahme der Anlage. [33][35][37]

Realisierung

Im Rahmen der Realisierung begleitet das Engineering die Errichtung der Anlage und versucht dabei erste Teilsysteme für eine Inbetriebnahme vorzubereiten. Wichtig ist dabei insbesondere die Identifikation von Planungsfehlern, die Umsetzung geeigneter Lösungen und deren Dokumentation. [32][37]

Inbetriebnahme

Letzter Schritt ist die Inbetriebnahme. Dabei sind sämtliche Komponenten zu prüfen und entsprechend der Testpläne zu testen. Abweichungen von den Plänen sind festzuhalten, um die finale Dokumentation zu erstellen. Zusätzlich ist das Personal des Kunden zu schulen. Die finale Abnahme der Anlage durch den Kunden ist vorzubereiten und durchzuführen. Das Ergebnis ist die in Betrieb befindliche Anlage. [32][37]

Als Beispiel für ein unternehmensinternes Vorgehensmodell wird PM@Siemens herangezogen. Dabei handelt es sich um ein spezifisches Vorgehen zur Abwicklung unterschiedlicher Projekte aus Sicht des Projektmanagements. Eine Ausprägung des Modells bezieht sich dabei insbesondere auf große Anlagenprojekte. Auch in diesem Modell sind die oben genannten Phasen Akquisition (Project Sales), Planung, Realisierung und Inbetriebnahme zu finden. Das PM@Siemens-Vorgehensmodell für Anlagen- und Lösungsprojekte ist in Abbildung 8 dargestellt.

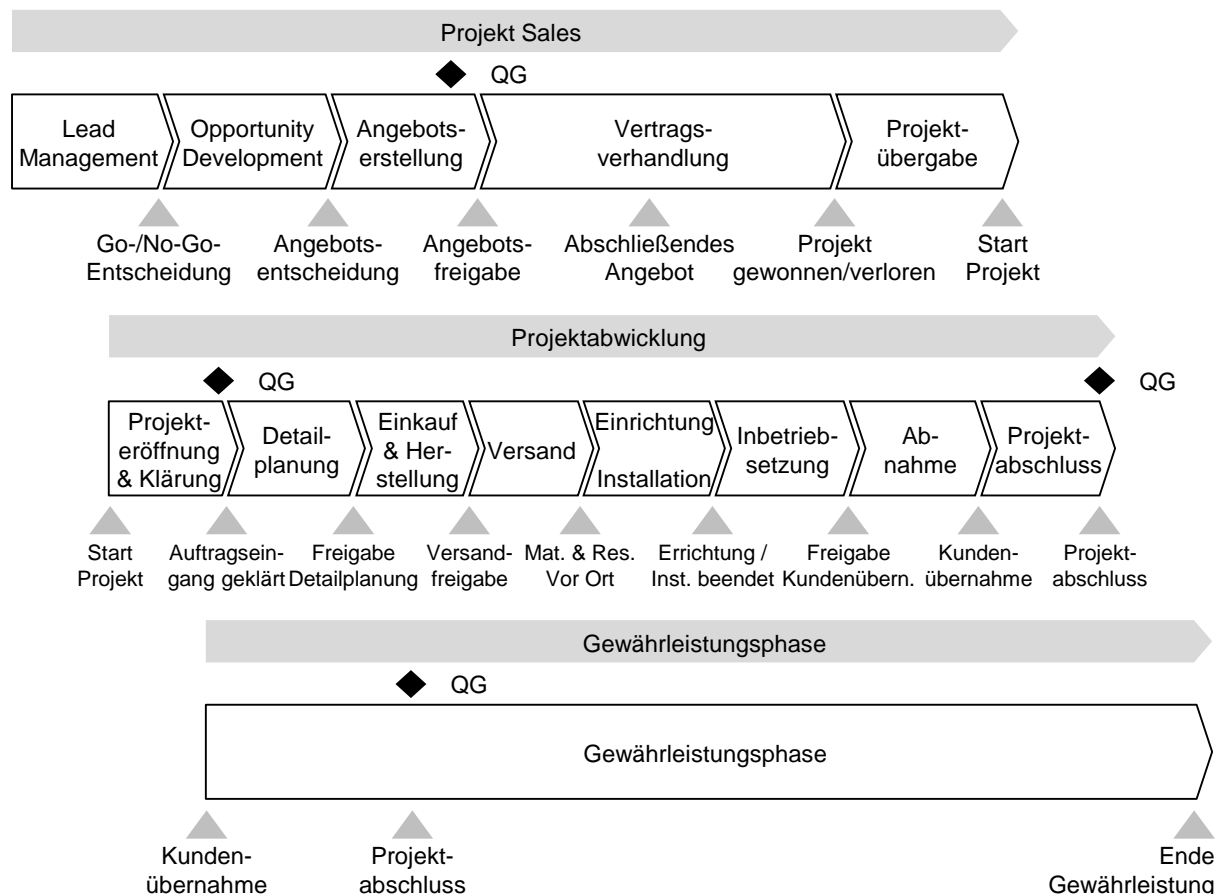


Abbildung 8: Phasenmodell von PM@Siemens, in Anlehnung an [38]

Auffällig am dargestellten PM@Siemens-Modell ist, dass genau die für das Engineering besonders relevante Phase der Detailplanung nicht weiter untergliedert wird. So sind in dieser relativ langen und für die technische Umsetzung besonders bedeuten-

den Phase keine weiteren Meilensteine oder Quality Gates vorgesehen. Damit werden aus Sicht des Projektmanagements keine weiteren und unternehmensweit gültigen Vorgaben zur Sicherstellung einer ordnungsgemäßen technischen Detailplanung vorgenommen.

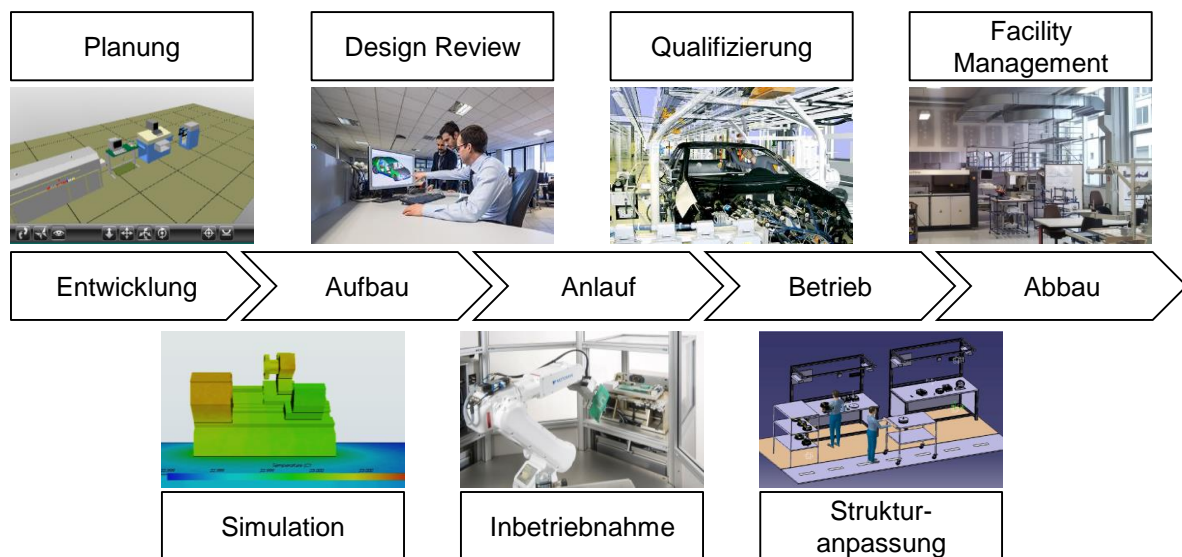
2.2.2 Werkzeuge

Zur Unterstützung aller wesentlichen Planungsschritte stehen zahlreiche Software-Werkzeuge zur Verfügung. Die folgenden Abschnitte beleuchten den Ansatz der Digitalen Fabrik, verschiedene Werkzeugklassen sowie die Integration und Durchgängigkeit der Tools.

Digitale Fabrik

Unter dem Begriff der Digitalen Fabrik werden zahlreiche Entwicklungen im Bereich virtueller Modelle der Fabrikplanung und des Fabrikbetriebs zusammengefasst. VDI-Richtlinie 4499 definiert die Digitale Fabrik wie folgt:

„Die Digitale Fabrik ist der Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen – u. a. der Simulation und dreidimensionalen Visualisierung – die durch ein durchgängiges Datenmanagement integriert werden. Ihr Ziel ist die ganzheitliche Planung, Evaluierung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt.“ [35]



Bilder: Siemens, FAPS

Abbildung 9: Anwendungsbeispiele der Digitalen Fabrik entlang des Fabriklebenszyklus, in Anlehnung an [39]

Danach deckt die Digitale Fabrik eine hohe Anzahl an Anwendungsfeldern ab. Dazu gehören die Fabrik-, Gebäude- und Ausrüstungsplanung, die Produktionsplanung, die Logistikplanung, die produktions- und logistikgerechte Produktgestaltung sowie

der Anlagenanlauf und –betrieb. Abbildung 9 zeigt verschiedene Anwendungsbeispiele der Digitalen Fabrik entlang des Fabriklebenszyklus. [40]

Eine ausführliche Literaturrecherche von Himmler/Amberg deckt Unternehmensanforderungen an die Digitale Fabrik, Nutzenpotentiale und Problemfelder auf. So werden in systematisch ausgewählten Literaturbeiträgen insbesondere kürzere Produktlebenszyklen, steigender Kostendruck und zunehmende Variantenvielfalt als am häufigsten genannte Treiber für die Einführung der Digitalen Fabrik aufgeführt. [41]

Die dadurch erhofften Nutzenpotentiale beziehen sich vor allem auf reduzierte Planungszeiten in der Produktentwicklung, kürzere Ramp-Up-Zeiten im Produktionsanlauf, die Reduzierung der Produktionskosten sowie die Planungsabsicherung. Gleichzeitig gibt es zahlreiche Herausforderungen im Bereich der Digitalen Fabrik zu meistern. So werden in der Literatur die Themen Datenintegration, heterogene Systemlandschaft und fehlende Schnittstellen als Problemfelder mit den meisten Nennungen angegeben. [41]

Werkzeugklassen

Zur Unterstützung der verschiedenen Anwendungsfelder stehen verschiedene Werkzeugklassen zur Verfügung. Aus Sicht des Anlagenengineerings gehören dazu computerunterstützte Anwenderwerkzeuge wie CAx- und Office-Werkzeuge als Erzeuger- bzw. Autorensysteme. Hinzu kommen EDM-Systeme (Engineering Data Management) als Integrationsplattform oder auch als Daten-Backbone für die zu integrierenden Anwenderwerkzeuge sowie Werkzeuge zur Digital Engineering Visualisation (DEV). [40]

Darüber hinaus gibt es spezielle Tools zur Produktionsplanung, wie beispielsweise computergestützte Layoutplanungswerkzeuge (Computer Aided Layout Planning), oder verschiedene Arten von Simulationswerkzeugen wie die Ablauf- oder Ergonomiesimulation. Insbesondere für das Engineering automatisierter Systeme sind Tools zur Erstellung der Steuerungssoftware und der Konfiguration und Verwaltung der einzelnen Automatisierungskomponenten von hoher Bedeutung. Zusätzlich werden in der Regel weitere Werkzeuge wie Projektmanagementsoftware oder Dokumenten- und Workflowmanagementsysteme bei der Abwicklung komplexer Engineering-Projekte eingesetzt. [40]

Integration und Durchgängigkeit

Bei der Vielzahl der verschiedenen Werkzeuge wird offensichtlich, dass eine äußerst heterogene Softwarelandschaft entsteht. Erschwerend kommt hinzu, dass die Ergebnisse der einen Tools gleichzeitig als Eingabewerte für andere Werkzeuge dienen. So ist beispielsweise die Planung der Elektrik abhängig von der mechanischen Konstruktion und der Auswahl der Automatisierungskomponenten. Werden dennoch an einer Stelle Änderungen vorgenommen, so sind zahlreiche weitere Fachdisziplinen in den Änderungsprozess einzubinden. [42]

Abbildung 10 zeigt zwei unterschiedliche Möglichkeiten zur Integration von Werkzeugen in der Digitalen Fabrik. Dies kann entweder über einen direkten Datenaustausch zwischen den verschiedenen Werkzeugen (direkte Kopplung) realisiert werden oder über die Einbindung einer zentralen Integrationsplattform (vollständige Integration). [40]

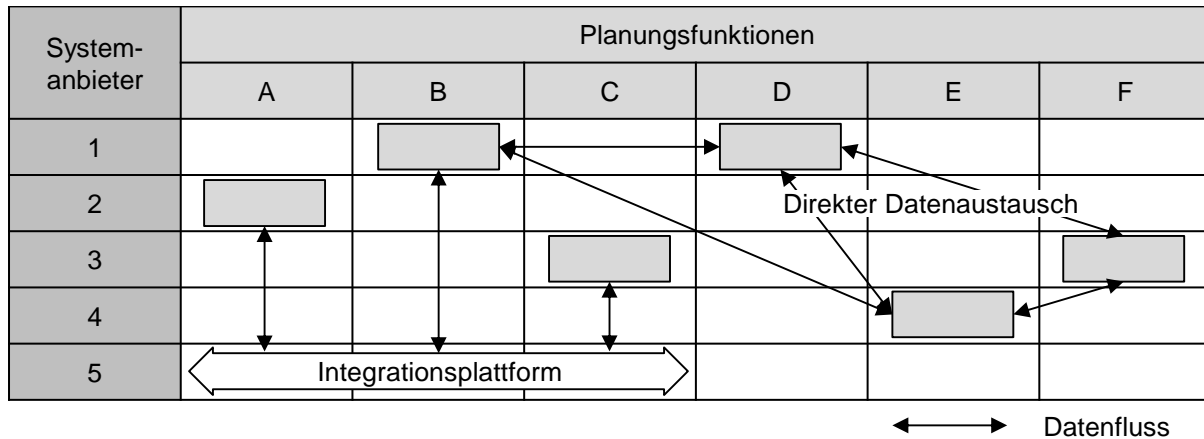


Abbildung 10: Integrationsmöglichkeiten für Modelle und Werkzeuge in der Digitalen Fabrik [40]

Dabei zeigt sich jedoch, dass geeignete Datenaustauschformate benötigt werden, um eine Integration von Werkzeugen möglicherweise unterschiedlicher Anbieter zu erreichen. Aus diesem Grund ist neben der Optimierung der einzelnen Tools selbst insbesondere das Erreichen einer möglichst durchgängigen Werkzeugkette ein zentrales Entwicklungsthema im Engineering von Anlagen. Dabei gibt es neben herstelllerspezifischen Lösungen (u. a. Siemens PLM, Dassault Systèmes) offene Ansätze zur Beschreibung von Anlagen (u. a. Automation ML) oder zum Austausch von Daten verschiedener Tools (u. a. Automation Service Bus) [42][43].

Werkzeugkette am Beispiel der Siemens PLM und Automatisierungstechnik

Der Aufbau einer solchen durchgängigen Werkzeugkette kann am Beispiel der PLM-Lösung des Herstellers Siemens beschrieben werden. Abbildung 11 zeigt dazu die wichtigsten Werkzeuge als Übersicht. Dabei steht als zentrale Integrationsplattform das Produkt Teamcenter (TC) zur Verfügung. Diese PLM-Lösung ermöglicht es, den gesamten Engineering-Prozess weitgehend abzubilden und einen Datenaustausch mit wichtigen domänenspezifischen Werkzeugen zu realisieren.

Teamcenter selbst bietet eine große Bandbreite an Funktionen. Dies beinhaltet mit dem Modul Systems Engineering und Anforderungsmanagement die Möglichkeit, Anforderungen eines Projekts zu Beginn zu erfassen und deren Umsetzung über das gesamte Projekt hinweg zu verfolgen. Darüber hinaus unterstützt Teamcenter das Projekt- und Prozessmanagement und bietet Funktionen zur Stücklisten- und Doku-

mentenverwaltung. Des Weiteren können Funktionsumfänge des Wissensmanagements integriert werden. [44]

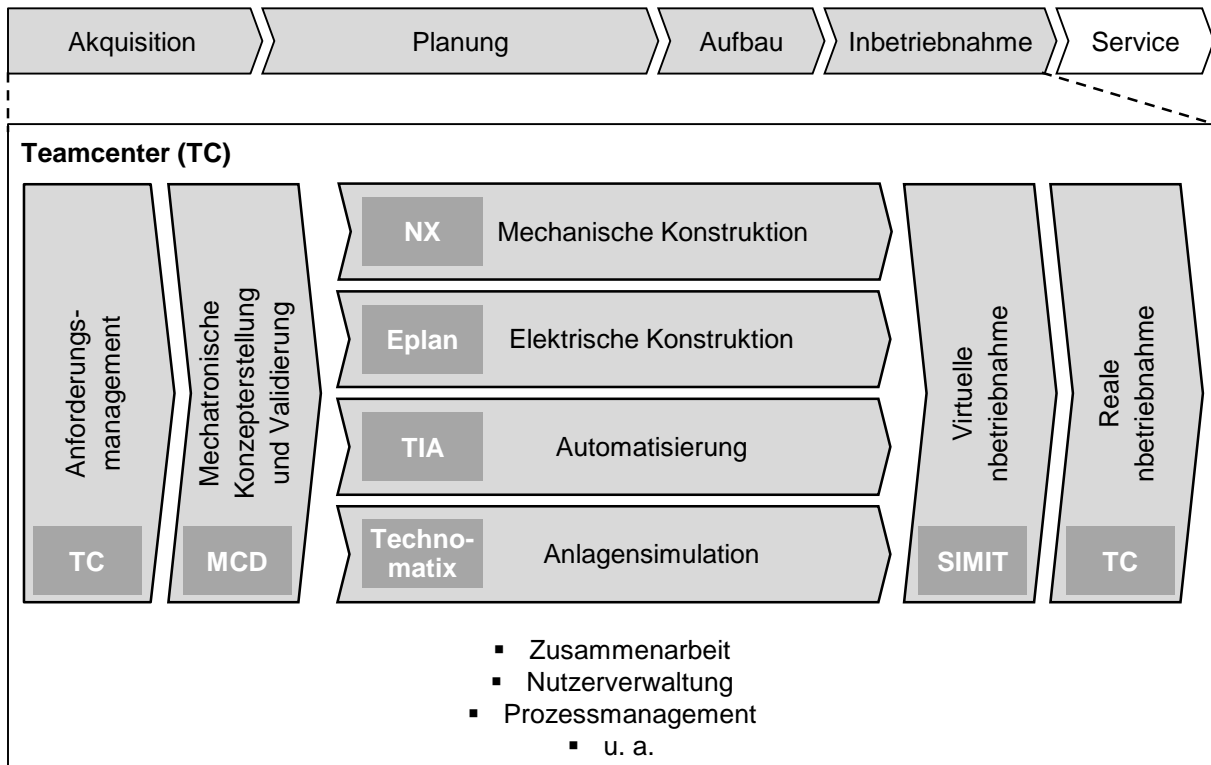


Abbildung 11: Siemens Engineering- und PLM-Werkzeuge, in Anlehnung an [45]

Die eigentlichen operativen Aufgaben im Engineering-Prozess werden durch domänenspezifische Werkzeuge unterstützt. Eine sehr enge Datenintegration kann beispielsweise mit der Softwarelösung NX vorgenommen werden. NX dient insbesondere der mechanischen Konstruktion, unterstützt mit seinem Modul Mechatronics Concept Designer (MCD) jedoch auch das funktionale Engineering zu Beginn eines Projekts (Mechatronische Konzepterstellung). Gekoppelt mit dem Tool SIMIT kann der Mechatronics Concept Designer gleichzeitig die Grundlage für eine virtuelle Inbetriebnahme der Anlage bieten. Als weiteres Werkzeug des Anbieters Siemens kann mit Hilfe von Technomatrix eine vollständige Ablaufsimulation einer Anlage vorgenommen werden. Für die elektrische Konstruktion, d.h. insbesondere die Verschaltung der Automatisierungskomponenten besteht die Möglichkeit das Tool Eplan des gleichnamigen Herstellers über das Teamcenter Integration Module in ein Planungsprojekt einzubinden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit mit Hilfe des TIA-Portals sämtliche Automatisierungskomponenten insbesondere des Herstellers Siemens zu konfigurieren und die Steuerungssoftware zu erstellen. [46][26]

Mit Hilfe einer solchen integrierten Softwareumgebung ist es möglich, die Daten aus allen wesentlichen Domänen eines Automatisierungsprojekts auf einer einzigen Datenplattform zu vereinen und insbesondere Abhängigkeiten zwischen den verschie-

denen Werkzeugen abzubilden. Dabei gilt jedoch, dass die genannten Tools derzeit unterschiedlich tief in der Plattform integriert werden können. So sind einige Funktionen lediglich über einen Datenexport und -import zu realisieren, andere Funktionen können über einen bidirektionalen Datenaustausch automatisiert werden. [47]

2.3 Bedeutung des Engineerings

Das Engineering von Industrieanlagen stellt insbesondere für den Standort Deutschland einen wichtigen Wirtschaftsfaktor dar. Dies resultiert sowohl aus der Stellung des Engineerings in der Wertschöpfungskette, als auch aus der wirtschaftlichen Bedeutung des Maschinen- und Anlagenbaus in Deutschland.

2.3.1 Bedeutung in der Wertschöpfungskette

Die herausragende Stellung des Engineerings ergibt sich sowohl aus dem Einfluss der Anlagenplanung auf den Geschäftserfolg des Anlagenbauers selbst, als auch auf die Wettbewerbsfähigkeit des Kunden. Dazu wird zunächst die Kostenfestlegung und Kostenverursachung in der Wertschöpfungskette des Anlagenbaus dargestellt und anschließend die Bedeutung einer kurzen „Time-to-Market“ als Wettbewerbsvorteil des Kunden herausgearbeitet.

Wertschöpfungskette im Anlagenbau

Im Rahmen des Anlagenlebenszyklus nimmt das Engineering eine bedeutende Stellung ein. Da während der Planungsphase sämtliche Details der Anlage festgelegt werden, bestimmen sich daraus zu sehr großen Teilen Zeit und Kosten für Aufbau und Inbetriebnahme der Anlage sowie spätere Leistungsfähigkeit und Kosten der in Betrieb befindlichen Anlage. Über den genauen Kostenanteil des Engineerings innerhalb eines Projekts sowie der exakten Beeinflussung der Gesamtkosten gibt es in der Literatur keine eindeutig validierten Zahlen, jedoch zahlreiche Anhaltspunkte.

VDI-Richtlinie 2235 verdeutlicht die Aufteilung von Kostenverursachung und Kostenfestlegung für Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung. So wird davon ausgegangen, dass Entwicklung und Konstruktion lediglich 6 % der Produktkosten verursachen, jedoch 70 % der Kosten festlegen. [48]

Je nach Branche oder Neuheitsgrad eines Projekts sind jedoch auch deutlich höhere Kostenanteile des Engineerings möglich. So wird der Engineering-Anteil bei verfahrenstechnischen Anlagen auf ca. 10-20 % der Gesamtkosten geschätzt [31][49]. Am Beispiel der pharmazeutischen Industrie wird das Engineering auf einen Anteil von bis zu 25 % der Gesamtprojektkosten geschätzt [50].

Wertschöpfungskette der produzierenden Unternehmen

Die Fähigkeit eines produzierenden Unternehmens neue Produkte besonders schnell auf den Markt zu bringen (kurze „Time-to-Market“), stellt einen sehr hohen Wettbewerbsvorteil dar. Dies resultiert insbesondere daraus, dass aufgrund geringerer Kon-

kurrenz zum einen ein höherer Marktpreis für die Produkte erzielt und zum anderen ein höherer Marktanteil und somit Bekanntheitsgrad erreicht werden kann. Abbildung 12 zeigt diesen Zusammenhang auf. [51]

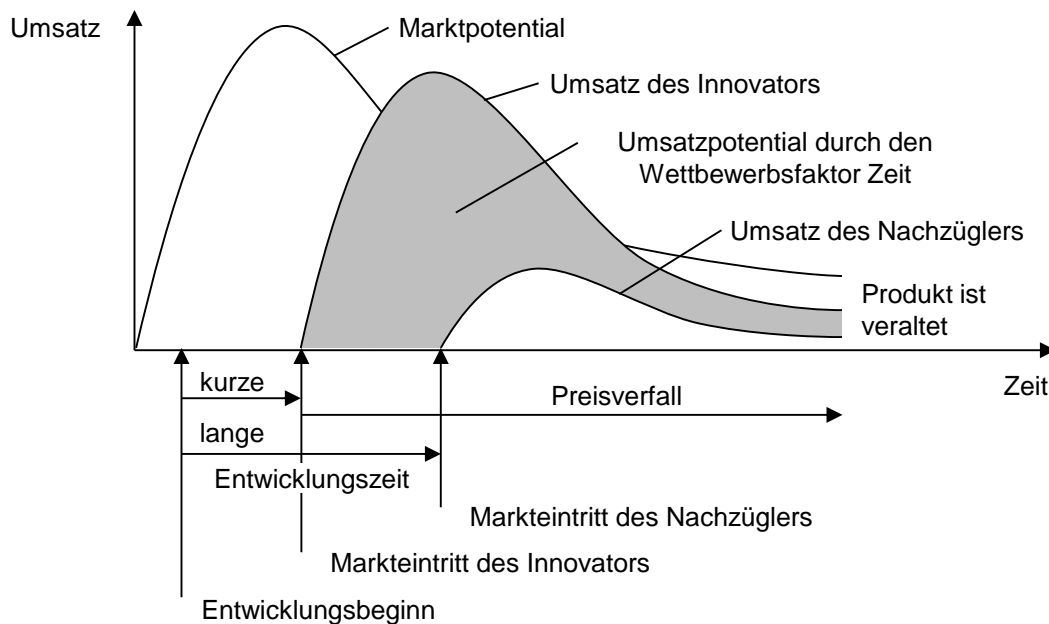


Abbildung 12: Bedeutung der „Time-to-Market“ [52]

Dabei ist zu erkennen, dass ein Innovator aufgrund seiner sehr kurzen Entwicklungszeit einen hohen Anteil des Marktpotentials ausschöpfen kann. Bereits zum Zeitpunkt des Markteintritts des Nachzüglers ist dessen Umsatzpotential aufgrund der Preiserosion und der weitgehend festgelegten Marktanteile zwischen den Wettbewerbern deutlich geringer. Erschwerend kommt hinzu, dass dem Nachzügler nur eine deutlich geringere Restdauer im Lebenszyklus des Produkts bleibt, bevor dieses veraltet ist und durch eine neue Produktgeneration ersetzt werden muss.

Zentrale Voraussetzung zur Erreichung einer kurzen „Time-to-Market“ ist neben einer entsprechend schnellen Produktentwicklung insbesondere die schnelle Verfügbarkeit der Produktionsmittel und Produktionsanlagen. Dadurch zeigt sich, dass dem Engineering als bestimmender Einflussfaktor für die schnelle Errichtung und Inbetriebnahme einer Produktionsanlage eine bedeutende Stellung zukommt. Das Engineering muss daher in kürzester Zeit eine den Anforderungen entsprechende und schnell hochlaufende Anlage planen, errichten und in Betrieb nehmen.

2.3.2 Wirtschaftliche Bedeutung für Deutschland

Neben der zentralen Bedeutung des Engineerings in der Wertschöpfungskette stellt der Maschinen- und Anlagenbau eine wichtige Wirtschaftsgruppe in Deutschland dar. Sowohl in den Zahlen des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.), als auch des statistischen Bundesamts, wird der Maschinen- und Anlagenbau

zur Gruppe Maschinenbau zusammengefasst. Tabelle 3 zeigt Anzahl an Unternehmen, Beschäftigte und Umsatz des Maschinenbaus im Vergleich zu anderen bedeutenden Wirtschaftsgruppen. Dabei ist zu beachten, dass in den Zahlen ausschließlich Betriebe mit 50 und mehr beschäftigten Personen berücksichtigt werden. Dazu wird der Maschinenbau nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008 abgegrenzt und zusätzlich um die Bereiche „Reparatur von Maschinen“ und „Installation von Maschinen und Ausrüstungen“ ergänzt. [53]

Tabelle 3: Die größten Industriezweige in Deutschland, Stand 2014 [1]

Wirtschaftsgruppe	Zahl der Unternehmen	Beschäftigte in Tsd. Jahresdurchschnitt		% -Änderung zum Vorjahr	Umsatz in Mrd. EUR		% -Änderung zum Vorjahr
	2012	2012	2013		2012	2013	
Maschinenbau	6.393	971	986	1,6	207	206	-0,5
Elektroindustrie	4.452	844	841	-0,3	170	167	-2,1
Kraftwagen und Kraftwagenteile	1.008	707	719	1,6	274	276	0,9
Chemische Industrie	1.187	287	288	0,4	113	111	-1,7
Ernährungsgewerbe	5.309	431	433	0,5	136	139	2,5
Verarbeitendes Gewerbe	37.092	5.078	5.110	0,6	1.365	1.359	-0,4

Es zeigt sich, dass der Maschinenbau mit 986.000 Beschäftigten im Jahr 2013 und 6.393 Unternehmen im Jahr 2012 die in diesen Kategorien größte Wirtschaftsgruppe des verarbeitenden Gewerbes darstellt. Lediglich in Bezug auf den Umsatz ist die Wirtschaftsgruppe „Kraftwagen und Kraftwagenteile“ größer, so dass der Maschinenbau hier Rang zwei besetzt. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass der Maschinenbau mit einer durchschnittlichen Beschäftigtenzahl von ca. 152 Mitarbeitern je Unternehmen im Jahr 2012 stark mittelständisch geprägt ist. Im Vergleich dazu weist die Wirtschaftsgruppe Kraftwagen und Kraftwagenteile mit durchschnittlich über 700 Beschäftigten je Unternehmen eine im Durchschnitt fast fünffache Unternehmensgröße aus. [1]

Der isolierte Blick auf den Anlagenbau unterstreicht die wichtige Stellung der Unternehmen. Die 35 Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau des VDMA erwirtschafteten im Jahr 2011 mit insgesamt rund 60.000 Beschäftigten einen Umsatz von ca. 25 Mrd. EUR. Die Arbeitsgemeinschaft ist dadurch gekennzeichnet, dass ihre Mitglieder in der Lage sind, Einzelaufträge von über 25 Mio. EUR je Auftrag abzuwickeln. Davon profitieren als Zulieferer insbesondere auch mittelständische Maschinen- und Anlagenbauer mit weiteren rund 170.000 Beschäftigten. [54]

2.3.3 Stellung des Engineerings in Unternehmen

Zahlreiche Unternehmen sind nicht ausschließlich auf das Engineering spezialisiert, sondern benötigen diese Prozesse als Voraussetzung, um das gesamte Leistungsspektrum des Anlagenbaus anbieten zu können und damit deutlich höhere Umsätze als mit der reinen Planungsleistung zu erzielen. Dies beinhaltet das gesamte Leistungsportfolio von der Konzeptphase, über die Planung, die Inbetriebnahme bis hin zur Instandhaltung der Anlagen. Andere Unternehmen bieten Engineering und Anlagenbau lediglich als einen von vielen Geschäftsbereichen an oder entwickeln und verkaufen bestimmte Anlagenkomponenten (z. B. Antriebe, Steuerungen) als Produkte für den freien Markt. Somit kommt dem Engineering trotz der bedeutenden Stellung in der Wertschöpfungskette in den einzelnen Unternehmen eine höchst unterschiedliche Stellung zu. Aus diesem Grund soll die Stellung des Engineerings in verschiedenen Unternehmen näher analysiert werden.

Unternehmenskomplexität

Im Rahmen der Analyse soll dazu die Komplexität eines Unternehmens und deren Wechselwirkung mit dem Engineering berücksichtigt werden. Abbildung 13 zeigt eine Kategorisierung von Einflussfaktoren auf die Unternehmenskomplexität.

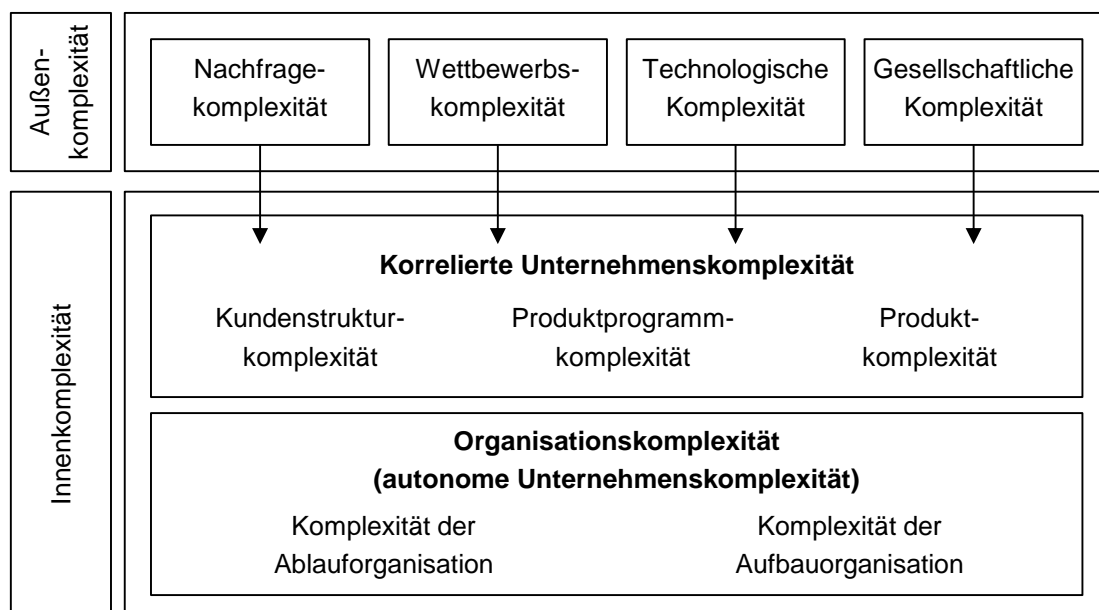


Abbildung 13: Kategorisierung von Einflussfaktoren auf die Unternehmenskomplexität [55]

So wird die Innenkomplexität eines Unternehmens wesentlich durch die Kundenstruktur, das Produktprogramm und die Produkte selbst beeinflusst. Zusätzlich hat auch die Ablauf- und Aufbauorganisation wesentlichen Einfluss auf die Komplexität des Unternehmens. [55]

Zur Analyse der Stellung des Engineerings innerhalb eines Unternehmens ist daher detaillierter auf die Komplexität der Aufbauorganisation einzugehen. Dadurch kann bestimmt werden, wie das Engineering in der Aufbauorganisation eines Unternehmens verankert ist und welche Auswirkungen sich daraus für das Engineering ergeben. Nach Gyana wird die Komplexität der Aufbauorganisation durch eine Unterscheidung in funktionale, divisionale oder Matrix-Organisation gemessen [55].

Im Fall des Engineerings erscheint diese Aufteilung als ungeeignet, vielmehr soll die Verankerung der Engineering-Einheiten in der Aufbauorganisation untersucht werden. Dazu wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit die sogenannte Geschäftsartenkomplexität entwickelt. Dadurch kann für ausgewählte Geschäftsarten (im Engineering ist das insbesondere das Anlagen- bzw. Projektgeschäft) die Verankerung im zu betrachtenden Unternehmen analysiert werden.

Geschäftsarten

Voraussetzung hierfür ist eine Charakterisierung der verschiedenen Geschäftsarten eines Unternehmens. Dazu werden die in Abschnitt 2.1 dargestellten Geschäftstypen der Investitionsgüterindustrie herangezogen und, wie in Abbildung 14 dargestellt, genauer charakterisiert.

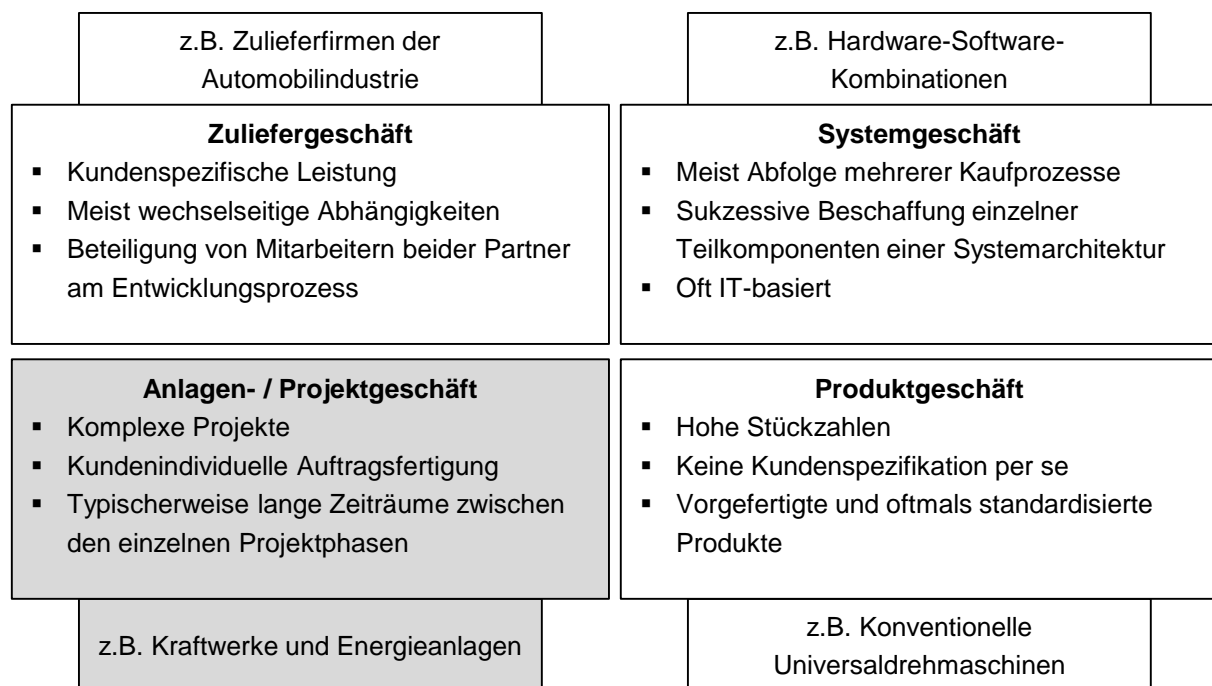


Abbildung 14: Charakterisierung der Geschäftsarten, in Anlehnung an [18][13]

Anhand dieser Einteilung werden bis zu vier Ebenen in der Aufbauorganisation (Organigramm) eines Unternehmens analysiert und daraufhin überprüft, welche Geschäftsarten jeweils vorherrschend sind. Kann auf einer Ebene keine klare Aussage getroffen werden, so werden die Geschäfte der darunter liegenden Ebene betrachtet.

Beispiel 1: Siemens AG

Als erstes Beispiel wird der deutsche Mischkonzern Siemens anhand der im Internet veröffentlichten und bis September 2014 gültigen Aufbauorganisation sowie der dazugehörigen Beschreibung der einzelnen Geschäftsfelder untersucht. Das Ergebnis der Untersuchung der Siemens AG hinsichtlich der wesentlichen Geschäftsarten ist in Abbildung 15 dargestellt.

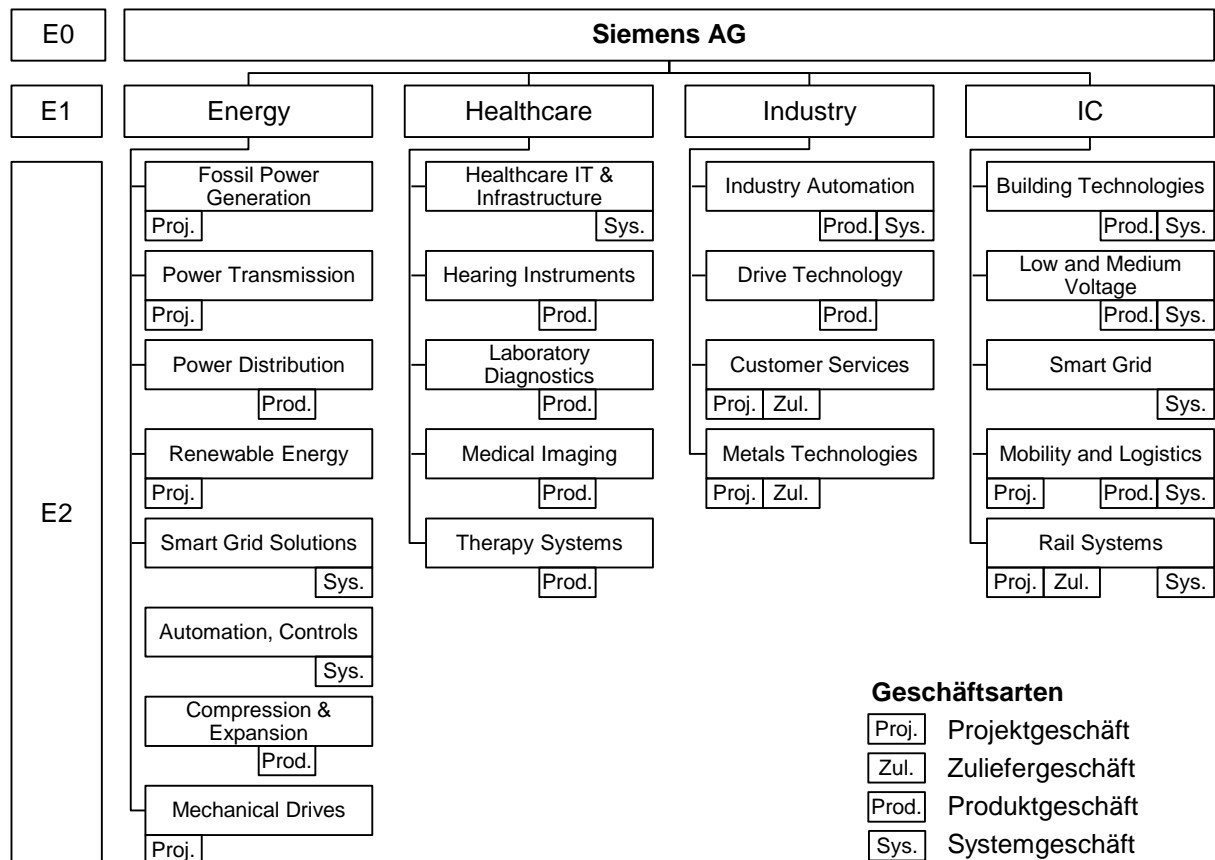


Abbildung 15: Geschäftsartenstruktur der Siemens AG, bis 09/2014

Abbildung 15 zeigt, dass bei der Siemens AG auf Ebene 0 (E0: Konzernvorstand) keine klare Aussage über eine einzige vorherrschende Geschäftsart getroffen werden kann. Auf Ebene 1 (E1: Sektoren) wird die Analyse am Beispiel des Sektors Industry fortgesetzt. Der Sektor Industry vereint ebenfalls unterschiedliche Geschäftsarten, so dass erst ab Ebene 2 (E2: Divisionen) erste Aussagen über die vorherrschenden Geschäftsarten getroffen werden können. Hier zeigt sich, dass beispielsweise die Division Industry Automation starken Fokus auf das Systemgeschäft (Softwaresysteme) und das Produktgeschäft (Automatisierungskomponenten) legt. Die Division Drive Technology ist mit Antrieben eher produktlastig einzuordnen, während die Division Customer Services mit dem Anlagenbau ein wesentliches Projektgeschäft und mit Wartungsverträgen wichtiges Zuliefergeschäft betreibt. Die auf

Ebene der Divisionen angesiedelte Business Unit Metals Technologies wiederum betreibt im Wesentlichen Projektgeschäft.

Somit ist auf Ebene 2 im Sektor Industry lediglich in der Division Drive Technology ein Fokus auf eine bestimmte Geschäftsart erkennbar. In den übrigen Divisionen des Sektors werden die Geschäftsarten erst ab Ebene 3 (Business Units) gegliedert. Für alle Beispiele gilt, dass die Aussage bezüglich der Geschäftsarten lediglich den Fokus einer Unternehmenseinheit widerspiegelt. Meist werden in den Unternehmenseinheiten auch weitere Geschäftsarten realisiert, dann aber mit untergeordnetem Rang.

Beispiel 2: Voith GmbH

Als zweites Beispiel wird die Voith GmbH herangezogen und ebenfalls hinsichtlich der vorherrschenden Geschäftsarten analysiert. Abbildung 16 zeigt die Geschäftsartenstruktur der Voith GmbH als Übersicht.

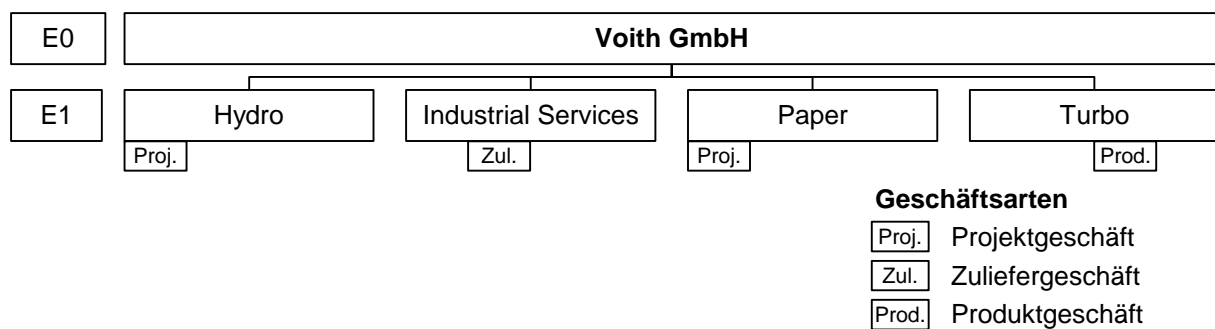


Abbildung 16: Geschäftsartenstruktur der Voith GmbH

Bei der Voith GmbH ist auf Ebene 0 die Konzerngeschäftsführung angesiedelt, die mehrere verschiedene Geschäftsarten vereint. Auf Ebene 1 befinden sich mit Hydro, Industrial Services, Paper und Turbo die vier Konzernbereiche. Auf dieser Ebene lässt sich bereits ein Fokus auf verschiedene Geschäftsarten erkennen. So spezialisiert sich Hydro ebenso wie Paper stark auf das Projektgeschäft, Industrial Services auf das Zuliefergeschäft und Turbo auf das Produktgeschäft.

Geschäftsartenkomplexität

Zum Vergleich der Geschäftsartenstrukturen über mehrere Unternehmen hinweg wurde die Maßzahl der Geschäftsartenkomplexität entwickelt. Hintergrund dieser Maßzahl ist die Annahme, dass die Komplexität in einem Unternehmen steigt, je weiter identische Geschäftsarten in der Aufbauorganisation eines Unternehmens voneinander entfernt sind. Konkret heißt das, die Komplexität steigt, je mehr Unternehmensebenen zu überspringen sind, bis eine Geschäftsart einen einzigen gemeinsamen Knoten im Organigramm findet.

Gleichung 2-1 zeigt die zu diesem Zweck entwickelte Formel zur Berechnung der Komplexität einer ausgewählten Geschäftsart (K_G).

$$K_G = \frac{\sum_{i=1}^n (E_{Gi} - E_N)}{n} \quad \text{Gleichung 2-1}$$

mit

K_G = Gesamtkomplexität der betrachteten Geschäftsart

E_{Gi} = Ebene der betrachteten Geschäftsart in Unternehmensbereich i

E_N = Ebene des gemeinsamen Nenners der betrachteten Geschäftsart

n = Anzahl der identifizierten Geschäftsbereiche mit der betrachteten Geschäftsart

Bei Anwendung von Gleichung 2-1 auf eine bestimmte Geschäftsart eines Unternehmens ist eine höhere Gesamtkomplexität (K_G) aus der isolierten Sicht der jeweiligen Geschäftsart als nachteilig einzuschätzen, da sich eine unternehmensinterne Vernetzung entlang der disziplinarischen Abhängigkeiten im Unternehmen umso schwieriger gestaltet, je mehr Akteure involviert sind. Tabelle 4 gibt einen Überblick über das Ergebnis der Geschäftsartenkomplexität des Projektgeschäfts von sechs in Deutschland tätigen Mischkonzernen.

Tabelle 4: Vergleich der Komplexität des Projektgeschäfts von sechs Mischkonzernen

Unternehmen	Ebene 0	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	K_{Projekt}
Siemens	CEO (N)	-	Fossil Power Generation	Customer Services	2,5
			Power Transmission	Metals Technologies	
			Renewable Energy	Mobility and Logistics	
			Mechanical Drives	Rail Systems	
General Electric (GE)	CEO (N)	-	Renewables	Water	2,4
			Gas Engines	Transportation	
			Gas Turbines		
Thyssen-Krupp	CEO (N)	Industrial Solution	Elevator Technology	-	1,5
Voith	CEO (N)	Hydro	-	-	1
		Paper			
Linde	-	Engineering (N)	Process Plants	-	1
ABB	-	Power Systems (N)	-	Power Generation	2
				Power Transmission	

Dabei ist je Unternehmen der erste gemeinsame Knoten der betrachteten Geschäftsart Projektgeschäft mit dem Buchstaben „N“ (gemeinsamer Nenner) vermerkt. Gleichzeitig sind in der Tabelle über die Unternehmensebenen 0 - 3 alle wesentlichen im Projektgeschäft tätigen Unternehmensbereiche eingetragen.

Anhand der Tabelle ist zu erkennen, dass bei Siemens, GE, ThyssenKrupp und Voith der erste gemeinsame Knoten aller im Projektgeschäft tätigen Unternehmensbereiche beim CEO (Ebene 0) liegt. Bei Siemens und GE sind die auf das Projektgeschäft fokussierten Geschäftsbereiche, dann erst auf Ebene 2 und Ebene 3 angesiedelt. Das bedeutet, bei Siemens und GE müssen aus Sicht des Projektgeschäfts immer mindestens ein bis zwei Ebenen in der Aufbauorganisation übersprungen werden, bis eine einzige Person für alle Unternehmensbereiche des Projektgeschäfts verantwortlich ist. Im Gegensatz dazu ist bei ThyssenKrupp und Voith das Projektgeschäft auf Ebene 1 und Ebene 2 angesiedelt, so dass hier sehr viel kürzere Berichtswege bis zum gemeinsamen Vorgesetzten aller Projektgeschäfte vorliegen. Bei Linde und ABB ist der gemeinsame Knoten aller im Projektgeschäft tätigen Unternehmensbereiche nicht beim CEO, sondern eine Ebene darunter angesiedelt. Dadurch werden auch bei diesen beiden Unternehmen kürzere Berichtswege bis zum gemeinsamen Knoten aller Projektgeschäfte sichergestellt.

Somit ergibt sich bei den betrachteten Konzernen eine Bandbreite der Geschäftsartenkomplexität bezogen auf das Projektgeschäft zwischen 1 (sehr klar gegliedert) und 2,5 (lange Berichtswege). Ein Wert von Null würde bedeuten, dass das Unternehmen ausschließlich eine einzige Geschäftsart betreibt, ein Wert von drei, dass immer zwei Ebenen bis hin zum ersten gemeinsamen Knoten aller Bereiche einer Geschäftsart übersprungen werden müssen. Der Anlagenbauer SMS Siemag als Hersteller von Walzwerken und Hüttentechnik beispielsweise bewegt sich ausschließlich im Projektgeschäft. Damit weist dieses Unternehmen ein K_{Projekt} von 0 auf.

Bewertung

Aus Sicht des Engineerings ist es vorteilhafter, je klarer ein Unternehmen gegliedert ist. Dadurch gewinnen das Projektgeschäft und somit auch das Engineering an Bedeutung auf möglichst hoher Ebene im Unternehmen. Dies ist zentrale Voraussetzung für ein mit ausreichend Ressourcen ausgestattetes und effizient arbeitendes Engineering.

Dennoch ist der Fokus auf eine einzige Geschäftsart sehr differenziert zu betrachten, da insbesondere das Projektgeschäft beispielsweise sehr eng mit dem Servicegeschäft interagiert, welches in einem Unternehmen sehr wichtige und in der Regel sehr profitable Umsätze generieren kann. Die vorgenommene Bewertung spiegelt daher die isolierte Betrachtungsweise des Engineerings wider, gibt aber dennoch wesentlichen Aufschluss über die Stellung des Engineerings in den betrachteten Unternehmen.

3 Ansätze und Herausforderungen bei der Weiterentwicklung des Engineerings

Die hohe wirtschaftliche Bedeutung des Anlagenengineerings zusammen mit der Rolle als zentraler Erfolgsfaktor in Planungsprojekten macht die kontinuierliche Weiterentwicklung des Engineerings erforderlich. Nur mit einer stetigen Verbesserung von Effektivität und Effizienz kann die Wettbewerbsposition deutscher Unternehmen gehalten oder gesteigert werden. Kern des vorliegenden Kapitels ist es daher, wesentliche Weiterentwicklungsbedarfe zu identifizieren, die damit verbundenen Herausforderungen herauszuarbeiten und grundlegende Lösungsansätze zu bewerten. Der Aufbau von Kapitel 3 ist in Abbildung 17 dargestellt.

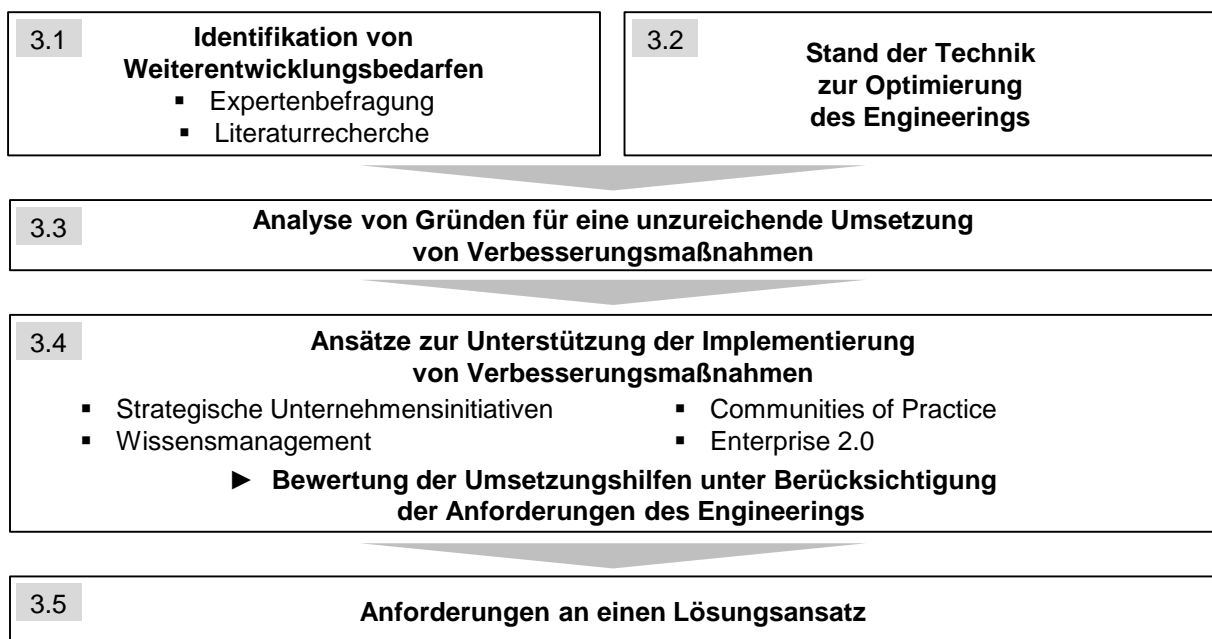


Abbildung 17: Aufbau von Kapitel 3

So werden zunächst anhand einer Expertenbefragung und einer Literaturrecherche die wichtigsten Weiterentwicklungsbedarfe herausgearbeitet und darauf aufbauend bestehende Optimierungsansätze als Überblick zum Stand der Technik vorgestellt. Anschließend werden zentrale Gründe für eine unzureichende Umsetzung dieser Verbesserungsmaßnahmen in den Unternehmen vorgestellt und mögliche Umsetzungshilfen auf ihre Eignung hin analysiert. Zum Abschluss des Kapitels werden, basierend auf den Defiziten der vorhandenen Umsetzungshilfen, Anforderungen an einen Lösungsansatz zur Verbesserung der Methodenimplementierung formuliert.

3.1 Identifikation von Weiterentwicklungsbedarfen im Engineering

Die Identifikation von Weiterentwicklungsbedarfen im Engineering beruht einerseits auf einer Befragung von Fachexperten des Anlagenengineerings und andererseits

auf einer Analyse wichtiger Studien sowie relevanter Veröffentlichungen einschlägiger Fachverbände.

3.1.1 Ergebnisse der Expertenbefragung

Eine im Jahr 2012 durchgeführte Umfrage unter Führungskräften im Anlagenbau beleuchtet dazu die wesentlichen Herausforderungen im Engineering und gibt damit Hinweise auf zentrale Weiterentwicklungsbedarfe. Die Inhalte der Befragung, die zugrunde liegende Datenquelle sowie die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

Inhalt der Befragung

Das Ziel der Umfrage war die Identifikation der vordringlichsten Handlungsfelder zur Optimierung des Engineerings. Dazu wurden auf Basis einer quantitativen Untersuchung die Aussagen zu den vier in Tabelle 5 dargestellten Themenfeldern Herangehensweise, Wissen, Synergien und Mitarbeiter durch Fachexperten hinsichtlich ihrer Relevanz beurteilt.

Tabelle 5: Themenfelder und Aussagen, in Anlehnung an [56]

Herangehensweise	
1.1	Wir brauchen eine klar definierte Engineering-Strategie.
1.2	Wir müssen neue Engineering-Methoden einführen.
1.3	Wir müssen ein umfassendes Produktportfolio festlegen anstatt lediglich Projekt für Projekt durchzuführen.
1.4	Wir brauchen ein Veränderungsprogramm um neue Engineering-Ansätze erfolgreich einführen zu können.
Wissen	
2.1	Wir brauchen ein gemeinsames Verständnis von Engineering in unserem Unternehmen.
2.2	Wir müssen die disziplinübergreifenden Wechselwirkungen im Engineering verstehen.
2.3	Wir müssen verstehen, wie wir standardisierte Module festlegen, aber dennoch die spezifischen Kundenanforderungen erfüllen können.
2.4	Wir müssen die Standardisierung innerhalb und außerhalb des Unternehmens vorantreiben.
Synergien	
3.1	Wir brauchen ein Engineering-Netzwerk in unserem Unternehmen.
3.2	Wir müssen Synergien über Projekte und einzelne Bereiche hinaus finden.
3.3	Wir brauchen eine unternehmensweite Landkarte über Engineering-Werkzeuge.
3.4	Wir brauchen einen unternehmensweiten Engineering-Ansatz.
Mitarbeiter	
4.1	Wir müssen den Wert des Engineerings besser verdeutlichen.
4.2	Wir müssen Gewohnheiten im Engineering anpassen.
4.3	Wir brauchen bessere Trainings- und Ausbildungsmöglichkeiten für das Engineering.
4.4	Wir brauchen eine weltweite Aufstellung unserer Engineering-Organisation.

Die vier zu untersuchenden Themenfelder und ihre 16 zugrunde liegenden Aussagen wurden im Rahmen verschiedener Workshops und Interviews erarbeitet und konsolidiert [56]. Sie stellen somit die inhaltliche Grundlage der quantitativen Untersuchung dar. Damit wird eine Einschränkung auf die Überprüfung dieser 16 Aussagen ohne Anspruch auf Vollständigkeit vorgenommen.

Die Beurteilung der Relevanz der 16 Aussagen durch die Fachexperten erfolgt dabei mit Hilfe einer fünfstufigen Skala. Die Skala wird dabei wie folgt definiert:

- 0: nicht relevant
- 1: eher nicht relevant
- 2: relevant
- 3: sehr relevant
- 4: äußerst relevant, kurzfristig erfolgskritisch

Datenquelle

Für die Umfrage wurden insgesamt 310 Fachexperten aus dem Bereich des Anlagenbaus zur Beteiligung an der Umfrage aufgefordert. 300 Experten wurden dabei über die Plattform Xing mit Hilfe ihrer hinterlegten Profile ausgewählt. Dabei wurden die Profile anhand der Stichworte Anlagenengineering, Engineering, Plant Engineering oder Automatisierung identifiziert. Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass eine Berufserfahrung in diesem Bereich von mehr als fünf Jahren vorliegt. Die übrigen Experten sind persönliche und im Rahmen der Forschungsarbeit gewonnene Kontakte des Autors, die ebenfalls die genannten Kriterien erfüllen. Diese wurden direkt angeschrieben. Die Umfrage selbst wurde mit Hilfe eines Online-Fragebogens durchgeführt.

Aus den 310 Anfragen wurde im Zeitraum vom 26.03.2012 bis zum 29.08.2012 ein Rücklauf von 61 vollständigen und auswertbaren Fragebögen erreicht. Somit ergibt sich eine Rücklaufquote von 19,7 Prozent. Wie Abbildung 18 zeigt, handelt es sich bei den Umfrageteilnehmern insbesondere um Führungskräfte. So sind 25 Teilnehmer (41,0 %) Engineering-Leiter, 13 Teilnehmer (21,3 %) Geschäftsführer und 12 Teilnehmer (19,7 %) Engineering-Projektleiter.

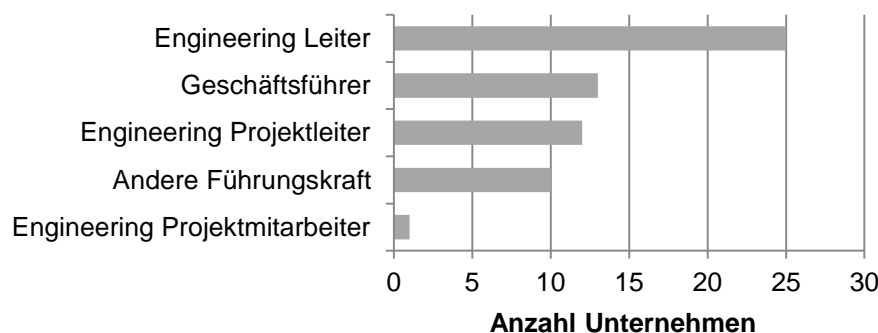


Abbildung 18: Position der Umfrageteilnehmer im Unternehmen (n=61)

Die dabei untersuchten Unternehmen sind übermäßig stark im Projektgeschäft vertreten. So entfällt, wie in Abbildung 19 dargestellt, bei 30 Unternehmen (49,2 %) ein Umsatz von über 75 % des Gesamtumsatzes auf das Projektgeschäft. Bei weiteren zehn Unternehmen (16,4 %) beträgt der Umsatzanteil des Projektgeschäfts noch über 50 % des Gesamtumsatzes.

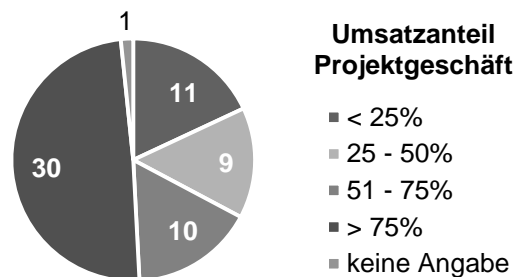


Abbildung 19: Anzahl an Unternehmen und ihr Anteil des Projektgeschäfts am Gesamtumsatz (n=61)

Dabei erzielen 17 Unternehmen (27,9 %) einen Jahresumsatz von weniger als 10 Mio. EUR und weitere 13 Unternehmen (21,3 %) einen Umsatz zwischen 10 und 50 Mio. EUR. Damit sind nahezu 50 % der befragten Unternehmen entsprechend des Umsatzes der Kategorie der kleinen und mittleren Unternehmen zuzuordnen.

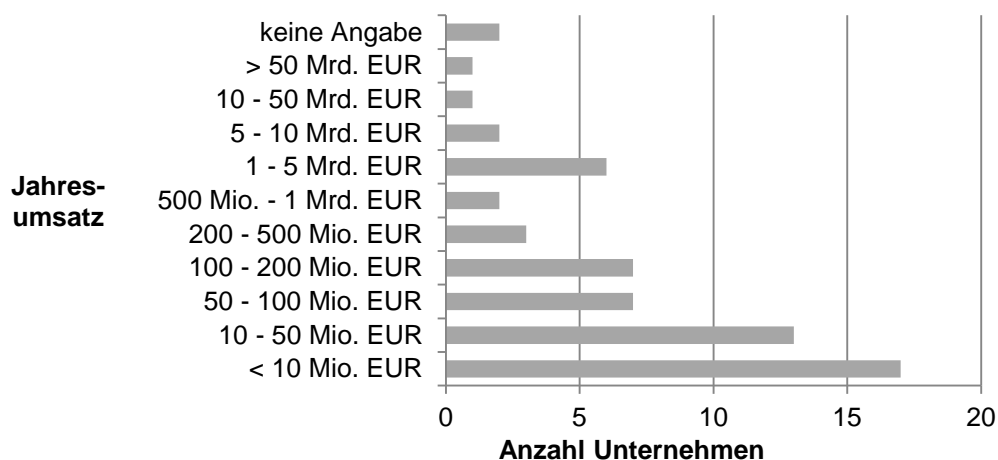


Abbildung 20: Jahresumsatz der teilnehmenden Unternehmen im Jahr 2011 (n=61)

Untersuchungsergebnis

Zur Auswertung der 61 Fragebögen wurde zu jeder Aussage der arithmetische Mittelwert berechnet. Abbildung 21 zeigt die Untersuchungsergebnisse, dargestellt in absteigender Reihenfolge, im Überblick. Die fünf am höchsten bewerteten Aussagen weisen ein arithmetisches Mittel von 2,8 bis 3,0 auf und liegen damit sehr nah an einer durchschnittlichen Beurteilung von „sehr relevant“. Dabei handelt es sich um

die Themen Engineering-Strategie, Wert des Engineerings, Gewohnheiten im Engineering, Modularisierung sowie der Forderung eines unternehmensinternen Engineering-Netzwerks. [57]



Abbildung 21: Ergebnisse der Expertenbefragung im Engineering (n=61) [57]

Anschließend folgen mit einem Mittelwert von 2,5 bis 2,7 die damit immer noch sehr relevanten Themen disziplinübergreifende Wechselwirkungen, Synergien, Produktportfolio sowie ein gemeinsames Verständnis vom Engineering. Alle übrigen Aussagen wurden im Durchschnitt geringer als 2,5 beurteilt und fallen damit nicht mehr in den Bereich „sehr relevant“.

Mit Hilfe der Umfrage konnte somit eine Einschätzung über die wichtigsten Verbesserungspotentiale im Engineering aus Sicht zahlreicher Fachexperten gewonnen werden.

3.1.2 Ergebnisse der Literaturrecherche

Weitere Engineering-relevante Trends und sich daraus ergebende Herausforderungen für die Unternehmen werden anhand einer Recherche von Fachartikeln und Veröffentlichungen von Fachverbänden analysiert. Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

Fachartikel

Die Studie „Systems Engineering in der industriellen Praxis“ zeigt auf Basis einer Umfrage sowohl die wichtigsten Herausforderungen in der Entwicklung komplexer Systeme, als auch Handlungsempfehlungen auf. Als wichtigste Herausforderungen

werden wachsende Interdisziplinarität, hohe Schnittstellenvielfalt und steigende Anforderungskomplexität angesehen. Als zentrale Ansätze zur Verbesserung der Situation werden durchgängige Werkzeugketten zur Beherrschung der Komplexität, Methodenkompetenz sowie die Schaffung von Akzeptanz für neue Herangehensweisen genannt. [24]

Im Positionspapier der Initiative „Smart Engineering“ werden Themenschwerpunkte für die Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit bei der Erstellung intelligenter, softwarebasierter Systeme dargestellt. Dies beinhaltet unter anderem die Verstärkung von digitalem Engineering, die Integration von Innovationsmanagement, Produktplanung, Produktentwicklung, Produktionsplanung und -steuerung sowie Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen für informationstechnisch unterstützte Entwicklungsmethoden. [58]

Ein weiterer Beitrag zeigt den Trend hin zum Ausbau globaler Partnerschaften, mit starken Auswirkungen auf die gesamte Projektabwicklung und damit auch auf die Prozesse im Engineering auf. Gleichzeitig streben Unternehmen eine Optimierung entlang des gesamten Anlagenzyklus an, um die Kosten über die volle Laufzeit einer Anlage zu senken. Auch dies hat wesentlichen Einfluss auf das Anlagenengineering, da weitere Faktoren bei der Planung berücksichtigt werden müssen. [59]

Zentrale Herausforderungen des Systems Engineerings zeigt ein Konferenzbeitrag auf. Darin werden Wirtschaftlichkeitsrechnungen zur Anwendung des Systems Engineerings sowie ein lebenszyklusbegleitendes Informations- und Wissensmanagement gefordert. Darüber hinaus wird die Wichtigkeit von Modellierung und Simulation zur virtuellen Repräsentation einer Anlage hervorgehoben und der Bedarf zur Entwicklung entsprechender Umgebungen und Tools betont. [60]

Das International Council on Systems Engineering (INCOSE) hebt in der Studie „Systems Engineering Vision 2025“ verschiedene für die Systemplanung wichtige Trends hervor. Dies beinhaltet integrierte Tools, organisationsübergreifende Zusammenarbeit, Darstellung der Systeme entsprechend der Sichtweisen der verschiedenen Stakeholdergruppen sowie eine Entscheidungsfindung auf Basis einer strukturierten Datenanalyse. [61]

Die ARC Advisory Group veröffentlicht regelmäßig Analysen über technologische Trends. Eine Studie zur Zukunft der Fertigung zeigt die wichtigsten Technologien auf. Für innovationsgetriebene Volkswirtschaften empfiehlt die Studie bereits auf Platz zwei die Stärkung eines durchgehenden Engineerings und Anlagenbetriebs. [62]

Verbände

Die Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) geht in ihrem Lagebericht zum Jahr 2011/12 auf wesentliche Trends im Engineering ein. Dazu gehört insbesondere die Globalisierung der Unternehmensorganisation über alle Projektdisziplinen sowie Projektphasen hinweg,

hin zu einem Global Engineering. Gleichzeitig gilt es die Durchlaufzeiten durch Kritische-Wege-Planung, besseres Schnittstellenmanagement und Wissensmanagement zu verbessern. [8]

Im Rahmen des vom VDMA im Jahr 2012 veranstalteten Engineering Summits wurden Wege zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit aufgezeigt. Diese beinhalten aus technischer Sicht die Sicherung der Technologieführerschaft, die Standardisierung und Modularisierung von Anlagenkomponenten sowie das Engineering in Niedriglohnländern. [63]

Der Verband Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) zeigt im Bericht Automation 2020 wichtige Handlungsfelder zur Stärkung der Automatisierungstechnik auf. Da die Automatisierungstechnik wesentlich das Engineering beeinflusst, sind damit verbundene Trends von hoher Bedeutung. Als wesentliche Handlungsfelder der Automation wird die Schaffung eines positiven Images, die Sicherstellung des Wissensvorsprungs, die Standardisierung sowie die Schaffung von einheitlicher Begriffswelt und Wissensplattformen sowie die Aus- und Weiterbildung gesehen. [64]

3.1.3 Fazit

Auf Basis der durchgeführten Umfrage sowie der Literaturrecherche lassen sich wesentliche Trends und Weiterentwicklungsbedarfe für das Anlagenengineering ableiten. Dazu gehören insbesondere die im Folgenden genannten Punkte.

- **Modularisierung von Anlagen**
Durch die Bildung von Modulen soll das Engineering von industriellen Anlagen effizienter gestaltet werden. So sind nicht in jedem Projekt alle Details neu zu entwickeln, sondern es können vordefinierte Module wiederverwendet werden.
- **Schaffung eines Engineering-Netzwerks**
Mit Hilfe eines Engineering-Netzwerks soll ein intensiver Wissens- und Erfahrungsaustausch ermöglicht werden. Dies ist ein Hilfsmittel, um bewährte Lösungen zu verbreiten und die Wiederholung von Fehlern zu vermeiden.
- **Verbesserung globaler Zusammenarbeit**
Aufgrund der Internationalität großer Projekte werden zunehmend Engineering-Standorte im Ausland in den Planungsprozess eingebunden. Dazu ist eine reibungslose, globale Zusammenarbeit erforderlich.
- **Verbesserung interdisziplinärer Zusammenarbeit**
Nicht nur über Standorte hinweg, auch zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen besteht aufgrund unterschiedlichen Verständnisses und verschiedener Vorgehensweisen der Bedarf einer verbesserten Zusammenarbeit.
- **Weiterentwicklung und Einsatz integrierter digitaler Tools**
Moderne Engineering-Tools ermöglichen die vollständige, digitale Abbildung von Anlagen. Aufgrund des hohen Implementierungsaufwands sowie eines schwierigen Datenaustauschs werden solche Systeme häufig nicht eingesetzt.

- **Entwicklung einer unternehmensspezifischen Engineering-Strategie**

Das Engineering muss das Unternehmen dabei unterstützen, seine strategischen Ziele zu erreichen. Häufig ist dabei jedoch nicht klar, was das für das Engineering bedeutet. Die Formulierung einer eigenen Engineering-Strategie ermöglicht eine klarere Ausrichtung des Handelns.

- **Schaffung eines positiven Images und einheitlichen Verständnisses**

Die Entwicklung intelligenter technischer Lösungen ist Kernaufgabe des Engineerings und damit zentraler Erfolgsfaktor für Unternehmen des Anlagenbaus. Um dies auch nach außen kommunizieren zu können, ist ein positives Image und ein einheitliches Verständnis zu entwickeln.

Die oben genannten Punkte zeigen, dass Literaturrecherche und Experteninterviews zu einem sehr ähnlichen Ergebnis kommen. Die meisten dieser Themenfelder tauchen in den Experteninterviews mit hoher Bewertung auf und finden sich ebenso teils mehrfach in den Ergebnissen der Literaturrecherche.

3.2 Stand der Technik zur Optimierung des Engineerings

Zur Optimierung des Anlagenengineerings hinsichtlich der oben genannten Bedarfe gibt es zahlreiche und gut dokumentierte Ansätze. Dazu werden im vorliegenden Abschnitt wichtige Verbesserungsansätze vorgestellt und analog zur VDI-Richtlinie 3695 „Evaluieren und optimieren des Engineerings“ [11] in die Themenfelder Prozesse, Methoden, Hilfsmittel und Aufbauorganisation gegliedert.

3.2.1 Prozesse

Prozesse geben die grundlegenden Abläufe im Engineering vor und sind somit die Basis sowohl für die Abwicklung von Kundenprojekten als auch aller begleitenden sowie vor- und nachgelagerten Tätigkeiten. VDI-Richtlinie 3695 Blatt 2 fokussiert sich auf die in Tabelle 6 dargestellten Prozesse. [34]

Tabelle 6: Engineering-Prozesse der VDI 3695 Blatt 2 [34]

Engineering-Prozesse der VDI 3695 Blatt 2
Vorgehensmodell für Projektaktivitäten
Vorgehensmodell für projektunabhängige Tätigkeiten
Supply-Chain-Management
Qualitätssicherung der eigenen Leistung
Konfigurationsmanagement
Risikomanagement
Change-Management
Customer-Relationship-Management
Wissensmanagement

Diese Prozesse stellen sicher, dass alle Tätigkeiten von der Aufnahme erster Anforderungen des Kunden bis hin zur Inbetriebnahme einer Anlage möglichst vollständig abgedeckt sind. Mit stärkerem Fokus auf die Produktentwicklung, aber dennoch mit zahlreichen Analogien zum Anlagenengineering gliedert der Leitfaden „Process Indicators for Product Engineering (PIPE)“ die Kernprozesse des Engineerings in Änderungsmanagement, Anforderungsmanagement, Konfigurationsmanagement, Projektmanagement und Collaborationmanagement [65].

Weitere Beispiele, insbesondere auch für branchenspezifische Engineering-Prozesse greift Lüder in seinem Beitrag „Aggregation of engineering processes regarding the mechatronic approach“ [66] auf. Ausgewählte Beispiele für darin genannte Prozessmodelle sind im Folgenden dargestellt:

- Engineering-Prozess nach VDI 5200 (Fabrikplanung) [35]
- AutomationML-Referenzprozess [36]
- Engineering-Prozess nach Schnieder [67]
- AQUIMO-Modell [68]
- Domain Engineering-Ansatz [69]
- Prozessmodelle nach VDI 2206 (Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme) [33], VDI 3695 (Engineering von Anlagen) [11], VDI 4499 (Digitale Fabrik) [32]

Somit ist zu sehen, dass zahlreiche und teils sehr spezifische Engineering-Prozesse in der Literatur beschrieben werden. Mit diesen Prozessmodellen können Engineering-Unternehmen ihre Tätigkeiten im Projektgeschäft effizient ausrichten.

Hinsichtlich der Implementierung solcher Engineering-Prozesse in den Unternehmen wird lediglich auf spezielle Ansätze Bezug genommen. So werden in der Studie „Systems Engineering in der industriellen Praxis“ Hindernisse in der Anwendung des Systems Engineering beleuchtet. Als größte Hindernisse werden mit 31 % der Nennungen der nicht quantifizierbare Nutzen und mit 22 % die unzureichende Bereitstellung von Einführungsmethoden angegeben. Ein ähnliches Bild zeigt eine Untersuchung des International Council on Systems Engineering (INCOSE). Hier wird die Integration über Fachdisziplinen, Entwicklungsphasen und Projekte hinweg als eine wesentliche Herausforderung angesehen. [24][61]

Weitere Veröffentlichungen beziehen sich nicht direkt auf Herausforderungen bei der Implementierung oder der fehlenden Eignung von Prozessmodellen, sondern auf Probleme bei der Datendurchgängigkeit. Beispiele hierfür sind Ansätze zum effizienten Datenaustausch über Unternehmensgrenzen hinweg, bei der Projektabwicklung in Engineering-Netzwerken oder durchgängiges Engineering von der Anforderungserhebung bis zur Anlagenstrukturbeschreibung. [70][71]

3.2.2 Methoden

Unter Methoden fallen im Engineering alle Mittel und Konzepte einer Engineering-Organisation, um einerseits die Planung einer Anlage möglichst effizient durchführen sowie andererseits alle Kundenanforderungen exakt abbilden zu können. Dazu gehören beispielsweise Ansätze zur Standardisierung und Modularisierung von Anlagen, Beschreibungssprachen zur Darstellung von Sachverhalten, Wiederverwendungskonzepte oder die optimale Integration der verschiedenen Gewerke in den Planungsprozess. VDI-Richtlinie 3695 Blatt 3 gibt einen Überblick über die Themen Beschreibungssprachen, Wiederverwendung, Abdeckungsgrad sowie Gewerkeintegration und Gewerkedurchgängigkeit. [72]

Im Engineering von Anlagen werden mit Hilfe der Standardisierung und Modularisierung in der Regel kleinere Teileinheiten gebildet, die in mehreren unabhängigen Projekten wiederverwendet werden können. Beispielhafte Literaturstellen hierzu sind die Planung modularer Fabriken nach Wiendahl [73], die Modularisierung zur effizienten Planung von Chemieanlagen [74], Automatisierungsmodule für ein funktionsorientiertes Automatisierungsengineering [75] sowie die Modularisierung mit dem Ziel eines Wissens- und Erfahrungstransfers im Rahmen des Engineering-Prozesses [76].

Der Artikel „Standardisierungsprogramme im Anlagen-Engineering“ liefert einen Beitrag zur Begriffsbestimmung im Umfeld von Standardisierungsmaßnahmen. Dieser Artikel zeigt auch, dass in der Wissenschaft eine eher isolierte Betrachtung des Themas stattfindet, während in der industriellen Praxis bereits erste Effizienzsteigerungen in Studien nachgewiesen werden konnten. [77][78]

Ein weiteres Handlungsfeld sind Beschreibungssprachen für komplexe Automatisierungsanlagen. Ziel der Beschreibungssprachen ist eine umfassende und allgemeingültige Festlegung der zu planenden Anlage. Wesentliche Basis dazu ist die VDI-Richtlinie 3682 (Formalisierte Prozessbeschreibungen) [79]. Weitere Ansätze sind beispielsweise die domänenspezifische Modellierung für automatisierungstechnische Anlagen mit Hilfe von SysML oder die Beschreibungsmethoden des AutomationML-Ansatzes [80][42]. Eine weitere Arbeit bezieht sich beispielsweise auf den vereinfachten Datenaustausch zwischen verschiedenen Engineering-Tools bei der Softwareerstellung für speicherprogrammierbare Steuerungen mit Hilfe von SysML und UML [81].

Eng verbunden mit der Beschreibung von Anlagen ist die Verbesserung von Gewerkeintegration und Gewerkedurchgängigkeit. Dadurch sollen die derzeit meist vorherrschenden domänenspezifischen Silos besser miteinander vernetzt werden. Dies betrifft insbesondere die domänenübergreifende Abstimmung, damit eine insgesamt optimale Lösung gefunden und somit eine einseitige Optimierung einzelner Fachdomänen mit negativen Auswirkungen auf weniger starke Fachdomänen vermieden

werden kann. Dazu wird beispielsweise die Mechatronik und deren Anwendung in Form mechatronischer Modelle als zentraler Integrator der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik hervorgehoben. [82]

3.2.3 Hilfsmittel

Hilfsmittel im Engineering von Anlagen sind zum einen spezifische Software-Werkzeuge, die einzelne Schritte des Planungsprozesses unterstützen, zum anderen aber auch Möglichkeiten, um die einzelnen Planungsschritte als durchgängige Werkzeugkette möglichst effizient miteinander zu verknüpfen. [83]

Spezifische Software-Werkzeuge dienen sowohl einer Unterstützung der verschiedenen Schritte des Planungsprozesses, als auch einer Nutzung der Planungsdaten zur Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit im laufenden Betrieb. Ein großes Handlungsfeld ist dabei die Erstellung der Steuerungssoftware in automatisierten Fertigungsanlagen. So stehen hier die Themenfelder Usability der Engineering-Umgebung, Änderbarkeit während der Laufzeit, Umsetzung unterschiedlicher Betriebsarten, Unterstützung bei der Fehlerdetektion, Interoperabilität unterschiedlicher Automatisierungsplattformen oder die dynamische Anpassung des Steuerungsverhaltens im Vordergrund. [84][85]

Neben spezifischen Software-Werkzeugen ist insbesondere die Durchgängigkeit der Werkzeugkette entlang des Engineering-Prozesses eine zentrale Herausforderung bei der Weiterentwicklung von Engineering-Tools. So werden herstellerspezifische Lösungen am Markt angeboten, wie beispielsweise das TIA-Portal von Siemens mit dem Ziel eines durchgängigen Engineerings auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik [86]. Sehr viel wichtiger ist jedoch die Durchgängigkeit über die Software-Werkzeuge verschiedener Hersteller und Fachdomänen hinweg, da hier der Datenaustausch als zentrale Schwachstelle eingeschätzt wird [49].

In zahlreichen Arbeiten wird dazu die Interoperabilität von Engineering-Werkzeugen beleuchtet. Dazu gehört beispielsweise die Bewertung der Offenheit von Werkzeugen der Automatisierungstechnik hinsichtlich ihrer Interoperabilität in der Engineering-Werkzeugkette oder die Entwicklung des Automation Service Bus als offene Integrationsplattform für verschiedene Tools. [87][88][43]

Eng damit verbunden sind Arbeiten zur Entwicklung einheitlicher, offener Datenaustauschformate mit dem Ziel der möglichst umfassenden Beschreibung einer automatisierten Fertigungsanlage. Beispiele hierfür sind AutomationML bestehend aus den Elementen CAEX, COLLADA und PLCopen zur Beschreibung von Topologie, Geometrie und Logik einer Anlage oder Degussa PlantXML als unternehmensspezifische Lösung zur Einbindung spezieller Tools der Prozessindustrie. [89][90]

Darauf aufbauend ist die Verwaltung aller Daten im Rahmen des Product Lifecycle Managements (PLM) eine logische Ergänzung. Auch hier sind am Markt zahlreiche herstellerspezifische und herstellerunabhängige Lösungen verfügbar. Diese haben

sich jedoch insbesondere aufgrund hoher Integrationsaufwände bei den Unternehmen noch nicht vollständig durchgesetzt. [91]

3.2.4 Aufbauorganisation

Ein effizientes Engineering muss neben den richtigen Abläufen und geeigneten Werkzeugen auch durch die Aufbauorganisation des Unternehmens unterstützt werden. Nach VDI-Richtlinie 3695 Blatt 5 umfasst dieses Themenfeld die Bereiche Zusammenarbeit über Gewerke- und Gruppengrenzen hinweg, Personalverteilung regional bzw. weltweit, Teamzusammensetzung, Bedeutung von Schlüsselpersonen, Mitarbeiterqualifikation sowie Dokumentation und Weitergabe von Erfahrung. [92]

Der Trend hin zu einer weltweit aufgestellten Engineering-Organisation hat große Unternehmen schon vor Jahren erfasst. Diese Unternehmen versuchen durch regional aufgestellte Teams den spezifischen Kundenanforderungen vor Ort besser zu entsprechen und in der Regel gleichzeitig Kostenvorteile aufgrund geringerer Löhne zu realisieren. So gibt es bereits zahlreiche erfolgreiche Beispiele für den Aufbau von Engineering Centern im Ausland. [93][94]

Dabei zeigen sich jedoch zahlreiche Herausforderungen, so dass in der Vergangenheit Hilfsmittel zur effizienten Aufstellung einer weltweiten Engineering-Organisation entwickelt wurden. Ein Beispiel hierfür ist beispielsweise der sogenannte „Readiness Check“ für Verlagerungsvorhaben im Anlagenengineering. [95]

Neben der weltweiten Aufstellung einer Engineering-Organisation spielt auch der interne Wissenstransfer eine wesentliche Rolle und muss tief in der Organisation verankert sein. So sind auch zu diesem Themenfeld in der Vergangenheit Beiträge entstanden. Das Buch Wissensmanagement im Großanlagenbau greift beispielsweise Systeme zur Verwaltung von Wissenselementen im Projektgeschäft auf und schlägt eine geeignete Umsetzung vor. [19]

3.2.5 Fazit und Handlungsbedarf

Die in Abschnitt 3.1 herausgearbeiteten Weiterentwicklungsbedarfe im Engineering verdeutlichen, dass wesentliche Verbesserungspotentiale in den Unternehmen bestehen. Die oben dargestellten Ansätze zur Verbesserung von Effizienz und Effektivität im Anlagenengineering entlang der Handlungsfelder Prozesse, Methoden, Hilfsmittel und Aufbauorganisation zeigen jedoch, dass eine Vielzahl an Dokumentationen aus Wissenschaft und Praxis vorliegen.

Tabelle 7 stellt dazu die in Abschnitt 3.1 identifizierten Weiterentwicklungsbedarfe ausgewählten Methoden aus Kapitel 3.2 gegenüber. Dadurch kann leicht nachvollzogen werden, dass zahlreiche Veröffentlichungen zu den genannten Themen existieren.

Tabelle 7: Weiterentwicklungsbedarfe und ausgewählte Methoden

Weiterentwicklungsbedarfe aus Kapitel 3.1	Ausgewählte Methoden aus Kapitel 3.2
Modularisierung von Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> Planung modularer Fabriken nach Wiendahl [73] Modularisierung zur effizienten Planung von Chemieanlagen [74] Automatisierungsmodule für ein funktionsorientiertes Automatisierungengineering [75]
Verbesserung globaler Zusammenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau von Engineering Centern im Ausland [94] „Readiness Check“ für Verlagerungsvorhaben im Anlagenengineering [95]
Verbesserung interdisziplinärer Zusammenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> VDI 2206 (Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme) [33] Anwendung des Systems Engineerings [24]
Weiterentwicklung und Einsatz integrierter digitaler Tools	<ul style="list-style-type: none"> Automation Service Bus [43] TIA-Portal [86]
Schaffung eines Engineering-Netzwerks	Nicht im Fokus der Themenfelder Prozesse, Methoden, Hilfsmittel und Aufbauorganisation
Entwicklung einer unternehmensspezifischen Engineering-Strategie	
Schaffung eines positiven Images und einheitlichen Verständnisses	

So sind beispielsweise zum Thema Modularisierung von Anlagen zahlreiche Dokumentationen vorhanden und dennoch steht dieses Thema im klaren Fokus der Unternehmen. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass die bisher erarbeiteten Handlungsempfehlungen entweder nicht geeignet sind, oder diese in den Unternehmen nicht erfolgreich umgesetzt werden können.

Ziel muss es daher sein, die vorhandenen Ansätze hinsichtlich deren Anwendbarkeit in den Unternehmen weiterzuentwickeln und insbesondere die Implementierung solcher Methoden in den Unternehmen zu forcieren. Nur dann kann die Effizienz im Engineering erhöht und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen gesteigert werden. Zusätzlich ist die Erfolgswahrscheinlichkeit von Engineering-Projekten durch die Schaffung eines Engineerings-Netzwerks zum Wissensaustausch und durch die Formulierung und Umsetzung einer geeigneten Engineering-Strategie zur Ausrichtung des gemeinsamen Handelns zu erhöhen. Die dazu erforderliche Basis liegt in einem positiven Image und einheitlichem Verständnis des Engineerings.

3.3 Herausforderungen bei der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering

Die aufgezeigten Ansätze zur Effizienzsteigerung im Engineering verdeutlichen, dass zahlreiche Instrumente zur Verfügung stehen, um die in Abschnitt 3.1 genannten Weiterentwicklungsbedarfe in der industriellen Praxis umzusetzen. Die Bewertung der verschiedenen Ansätze in Kapitel 3.2 zeigt aber auch, dass vor allem in der unternehmensspezifischen Implementierung der Methoden, Werkzeuge und organisatorischen Ansätze wesentliche Schwierigkeiten bestehen. Die folgenden Abschnitte zeigen daher auf, aus welchen Gründen eine Umsetzung zielführender Verbesserungsmaßnahmen im Anlagenengineering besonders schwierig ist.

3.3.1 Priorisierung von Zieldimensionen

Für Verbesserungsmaßnahmen im Anlagenengineering gelten, wie in Abbildung 22 dargestellt, die grundsätzlichen Zieldimensionen der Industrie: Zeit, Kosten und Qualität. Zwischenzeitlich wird häufig mit der Energie eine weitere Optimierungsdimension aufgenommen [96][97].

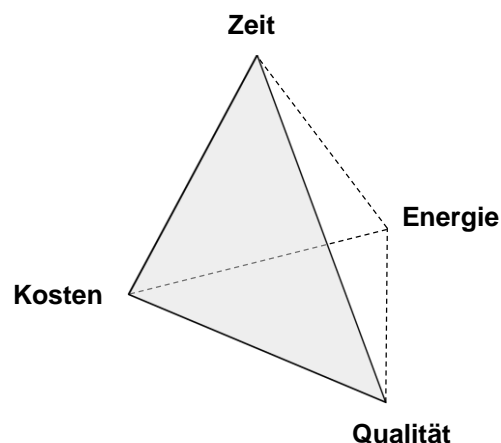


Abbildung 22: Grundsätzliche Optimierungsdimensionen in der Industrie, in Anlehnung an [97][98]

Dabei ist zu entscheiden, welche der Zieldimensionen besonders zu betonen ist und welche Effekte sich daraus für die übrigen Zieldimensionen ergeben. Eine Erhöhung der Qualität zieht beispielsweise sehr häufig eine Erhöhung von Zeit und Kosten nach sich. Da das Anlagenengineering sämtliche planerische Tätigkeiten mit jeweils zahlreichen Abhängigkeiten abdeckt, sind die Optimierungsdimensionen differenzierter zu betrachten. Zwar soll durch eine möglichst effiziente und effektive Arbeitsweise eine Reduktion von Zeit und Kosten sowie eine Erhöhung der Qualität angestrebt werden, jedoch sind immer die Auswirkungen auf die nachfolgenden Schritte in einem Anlagenprojekt zu berücksichtigen. So ist in manchen Projekten beispielsweise durch eine Erhöhung von Zeit und Kosten in der Planungsphase die Erarbeitung

einer besonders intelligenten Lösung möglich, so dass in den späteren Phasen eines Projekts ein Vielfaches der zusätzlichen Planungskosten und erheblich viel Zeit eingespart werden kann. Aufgrund der hohen Individualität und des Einmal-Charakters von Engineering-Projekten sind bei der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen daher die genauen Auswirkungen auf weitere Projekte zu berücksichtigen. Hier fehlen beispielsweise klare und im Unternehmen akzeptierte Kriterien, die eine Erhöhung von Zeit und Kosten für bestimmte Projekte im Engineering rechtfertigen, um die Wahrscheinlichkeit von Einspareffekten in späteren Phasen eines Projekts zu erhöhen.

3.3.2 Abhängigkeiten zwischen Einflussparametern

Verbesserungsmaßnahmen können grundsätzlich an unterschiedlichen Stellen ansetzen. Dabei sind jedoch immer die Auswirkungen auf weitere Einflussbereiche zu beachten. Das sogenannte „Engineering Layer Model“ versucht, wie in Abbildung 23 dargestellt, diese Abhängigkeiten im Umfeld des Anlagenengineerings zu strukturieren und zu verknüpfen. Das Modell stellt dazu eine logische Verknüpfung zwischen Unternehmensstrategie und den erzielten Projektergebnissen her [99].

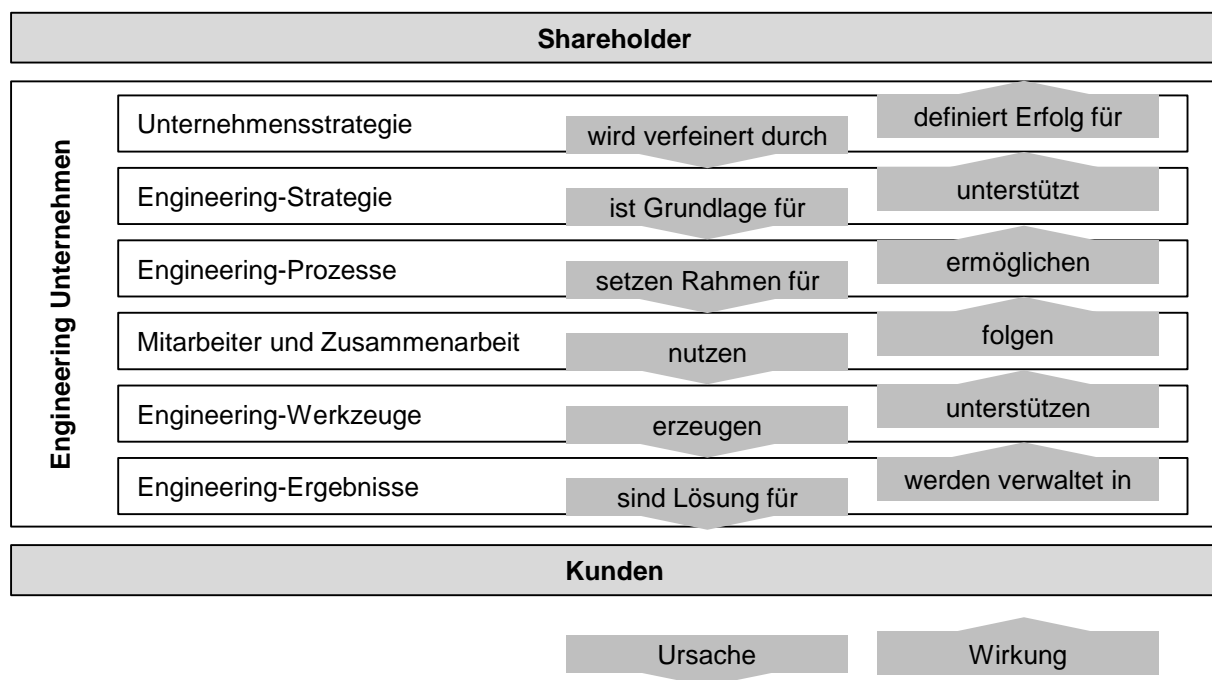


Abbildung 23: Engineering Layer Model, in Anlehnung an [99]

Engineering-Ergebnisse resultieren demnach aus operativen Tätigkeiten einer Engineering-Organisation und definieren die kundenspezifische Lösung. Die Ergebnisse selbst werden im Wesentlichen mit Hilfe spezieller Software-Werkzeuge erstellt und verwaltet. Diese Werkzeuge unterstützen die Mitarbeiter bei ihrer Zusammenarbeit und ihren kreativen Tätigkeiten zur Erstellung der Ergebnisse. Die Aufgaben der

Mitarbeiter und ihre Zusammenarbeit werden durch die zugrunde liegenden Engineering-Prozesse vorgegeben. Die Prozesse beschreiben dabei die idealen Vorgehensweisen zur Erstellung der kundenspezifischen Lösung. Diese Prozesse zielen darauf ab, die funktionale Engineering-Strategie innerhalb der Organisation umzusetzen. Die Engineering-Strategie selbst gibt operative und strategische Ziele vor. Dabei unterstützt das Engineering die Vorgaben des gesamten Unternehmens und hilft der Unternehmensführung die im Rahmen der Strategie formulierten Ziele zu erreichen. [99]

Die genannten Abhängigkeiten sind bei allen Verbesserungsmaßnahmen zu beachten. Dies bedeutet, dass neben den direkt betroffenen Funktionen zumindest noch die angrenzenden Bereiche berücksichtigt werden müssen. Diese Zusammenhänge führen zu hohem Implementierungsaufwand bei der Einführung von neuen Engineering-Methoden im Unternehmen.

3.3.3 Lokale Optimierung

Neben den Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen Ebenen im Engineering existiert die Gefahr einer lokalen Optimierung der Gewerke. Das Engineering ist insbesondere gekennzeichnet durch die Zusammenarbeit zahlreicher Gewerke entlang des Engineering-Prozesses [72]. Abbildung 24 zeigt dabei einen vereinfachten Engineering-Prozess sowie typische Akteure.

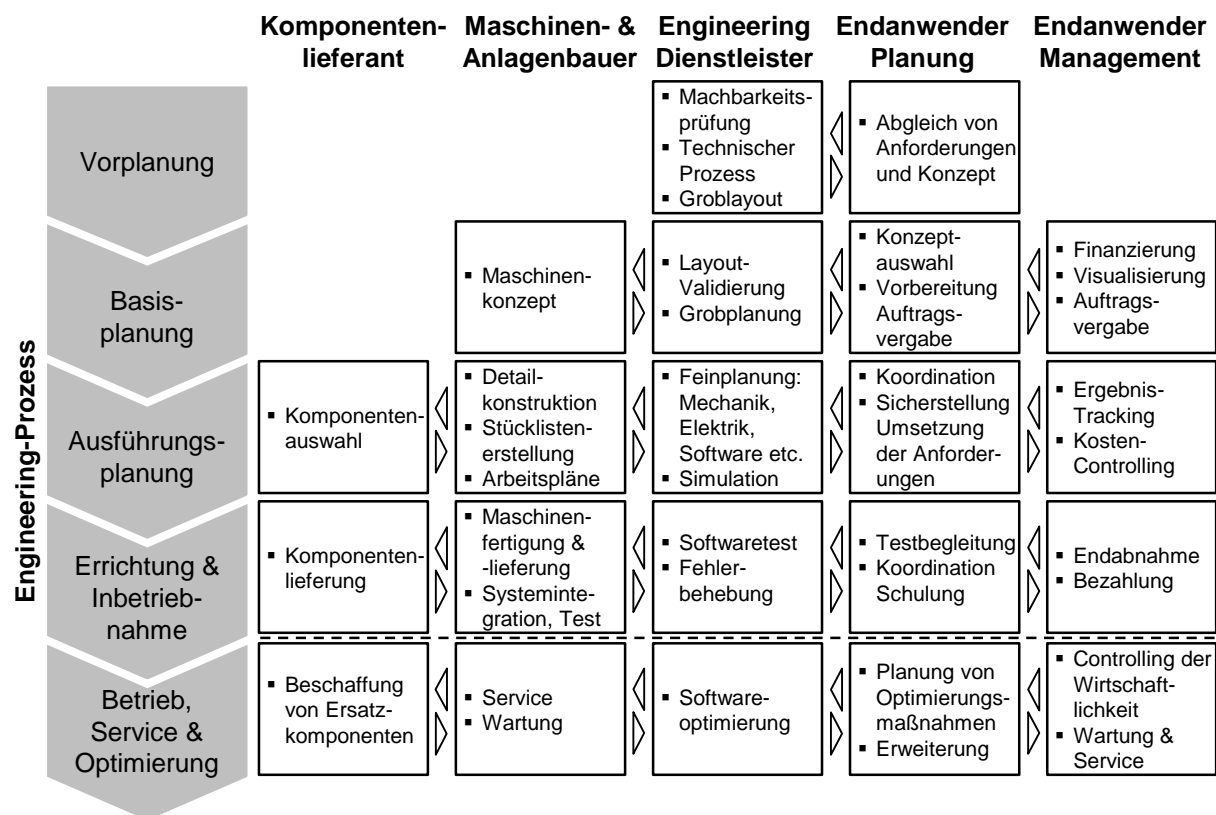


Abbildung 24: Vereinfachter Engineering-Prozess und typische Akteure [100]

Sollen Verbesserungsmaßnahmen im Engineering nun eine übergreifende Optimierung von Zeit, Kosten oder Qualität mit sich ziehen, so sind lokale Optimierungen einzelner Gewerke oder Abteilungen zu vermeiden. Lokale Optimierungen können aufgrund unterschiedlicher Aspekte auftreten:

- **Fehlende Verantwortlichkeiten zur Verbesserung des Engineerings**
Wie in Abschnitt 2.3.3 dargestellt, sind die Engineering-Abteilungen in zahlreichen Unternehmen in der Organisation auf unterer Ebene angesiedelt. Dies erschwert die Umsetzung übergreifender Verbesserungsmaßnahmen und erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass sich einzelne Gewerke isoliert optimieren.
- **Fehlende Berücksichtigung der Anforderungen angrenzender Gewerke**
Aufgrund des starken Fokus der Gewerke auf ihre eigenen Arbeitsinhalte tendieren die einzelnen Gruppen dazu, die Anforderungen anderer Gewerke zu vernachlässigen. [92]
- **Implizit vorliegendes Methodenwissen**
Das zur Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen erforderliche Methodenwissen liegt in den meisten Unternehmen lediglich als implizites Wissen vor. Damit ist es ohne die Einbindung der Wissensträger nicht nutzbar. Werden Verbesserungsmaßnahmen daher auf Basis der Expertise einzelner Personen vorgenommen und wird das dabei gewonnene Wissen nicht dokumentiert, so kann ein entsprechender Erfolg nicht an anderen Stellen wiederholt werden. [101]

Nur durch die Integration aller Erfahrungsträger und aller beteiligten Interessensgruppen können lokale Optimierungen im Engineering vermieden werden. Dies ist zentrale Voraussetzung, um ein Unternehmen in Summe voranzubringen.

3.3.4 Voraussetzungen zur Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen

Die Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering wird durch die speziellen Rahmenbedingungen erschwert. Dazu gehört die Abschätzung der Auswirkungen von Verbesserungsmaßnahmen oder die Wechselwirkung zwischen Prozessen, Systemen und Mitarbeitern. Zusätzlich kann ein Optimum nur dann erreicht werden, wenn alle beteiligten Interessensgruppen an einer gemeinsamen Lösung arbeiten und so eine lokale Optimierung zu Lasten anderer Bereiche vermeiden. Dies ist im Engineering aufgrund der zahlreichen Abhängigkeiten jedoch besonders problematisch.

Es zeigt sich also, dass Optimierungsmaßnahmen im Engineering weniger aufgrund mangelnder Methoden, sondern vielmehr aufgrund der Komplexität und der zahlreichen Abhängigkeiten innerhalb von Engineering-Organisationen erschwert werden. Aus diesen Gründen sind zur Erhöhung der Erfolgsaussichten die im Folgenden genannten Voraussetzungen zu schaffen.

Förderung eines übergreifenden Wissens- und Erfahrungsaustauschs

In Engineering-Unternehmen sind Strukturen zur Förderung eines übergreifenden Wissens- und Erfahrungsaustausch zu schaffen. Nur dann kann sichergestellt werden, dass effiziente Vorgehensweisen im Engineering geteilt werden.

Zusammenarbeit aller Interessensgruppen des Engineerings

Der übergreifende Wissens- und Erfahrungsaustausch muss zudem alle Interessensgruppen integrieren und diese zu einer Zusammenarbeit bewegen. Dies ist zentrale Voraussetzung, damit die Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den Interessensgruppen ausreichend berücksichtigt werden.

Integration dezentraler Wissens- und Erfahrungsträger

Die Wissens- und Erfahrungsträger im Engineering sind meist über alle Interessensgruppen und Fachdomänen verteilt. Um ihre wertvollen Erfahrungen im Verbesserungsprozess nutzen zu können, sind sie dezentral einzubinden.

Schaffung zentraler Verantwortlichkeiten für die Methodenentwicklung

Die Strukturen im Engineering führen häufig zu lokaler Optimierung. Um dies zu vermeiden, ist es wichtig, dass eine zentrale Verantwortlichkeit Überblick über die Engineering-Methoden erhält und deren Entwicklung koordiniert. Zusätzlich sollte eine zentrale Stelle die Konformität mit der Unternehmensstrategie sicherstellen und die Inhalte der Methodenarbeit steuern.

Unternehmensspezifische Anpassung von Methoden

Damit die beschriebenen Methoden ihre volle Wirkung entfalten können, ist es wichtig, dass diese auf das Unternehmen abgestimmt sind. Zusätzlich fördert das die Akzeptanz der entwickelten Methoden und Vorgehensweisen. Aus diesem Grund sind Möglichkeiten zur unternehmensspezifischen Ausgestaltung der Methoden zu implementieren.

Zentrales Ziel muss daher sein, Strukturen, Vorgehensweisen und Werkzeuge im Unternehmen einzuführen, um den Austausch und die Zusammenarbeit zwischen Fachdisziplinen zu stärken und somit zu einer Effizienzsteigerung beizutragen.

3.4 Ansätze zur Unterstützung der Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen

Um die Implementierung effizienter Engineering-Methoden zu fördern, sind die im vorausgegangenen Abschnitt identifizierten Problemfelder zu überwinden. Dazu bedarf es einer übergreifenden Zusammenarbeit und eines verbesserten Wissens- und Erfahrungsaustausches. Eine solche Verbesserung des Managements von Engineering-Methoden kann mit Hilfe unterschiedlicher Ansätze initiiert und durchgeführt werden. Hierzu gehören insbesondere strategische Unternehmensinitiativen

und sogenannte „Communities of Practice“. Zusätzlich spielen Aspekte des Wissensmanagements und die webbasierte Zusammenarbeit eine zentrale Rolle.

3.4.1 Strategische Initiativen

Eine Möglichkeit zum Anstoß einer solchen übergreifenden Zusammenarbeit sind strategische Unternehmensinitiativen. Die folgenden Absätze geben einen Überblick über die Grundlagen zu strategischen Initiativen sowie deren Rolle im Engineering.

Grundlagen zu strategischen Initiativen

Strategische Initiativen sind in der Literatur unterschiedlich definiert. Menz et al. definieren strategische Initiativen als spezifische, zeitlich begrenzte Vorhaben, die einen wesentlichen Einfluss auf die strategische Unternehmensentwicklung haben und durch die das Management Schwerpunkte setzen kann [102]. Müller-Stewens und Lechner sehen das Management von Initiativen als Bestandteil der Unternehmensstrategie. Strategische Initiativen werden dabei auch strategische Programme genannt und sind „wichtige, koordinierte Vorhaben innerhalb eines Unternehmens, die seine Entwicklung signifikant beeinflussen“ [103]. Gilbert sieht den Schwerpunkt der Initiativen in zukunftssträchtigen Möglichkeiten des Unternehmens, bei denen der Fokus auf der Erzielung klar definierter Ergebnisse innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums liegt [104]. Strategische Initiativen bieten somit eine zielführende Möglichkeit, neue Ideen aufzugreifen, den Wandel im Unternehmen zu gestalten und die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern [104].

Das strategische Management liefert neben den entsprechenden Grundlagen den Rahmen für strategische Initiativen. Bucher et al. erklären dies, wie in Abbildung 25 dargestellt, anhand einer fünfstufigen Pyramide. Die strategischen Initiativen sind dabei der Ebene der Implementierung zugeordnet. [105]

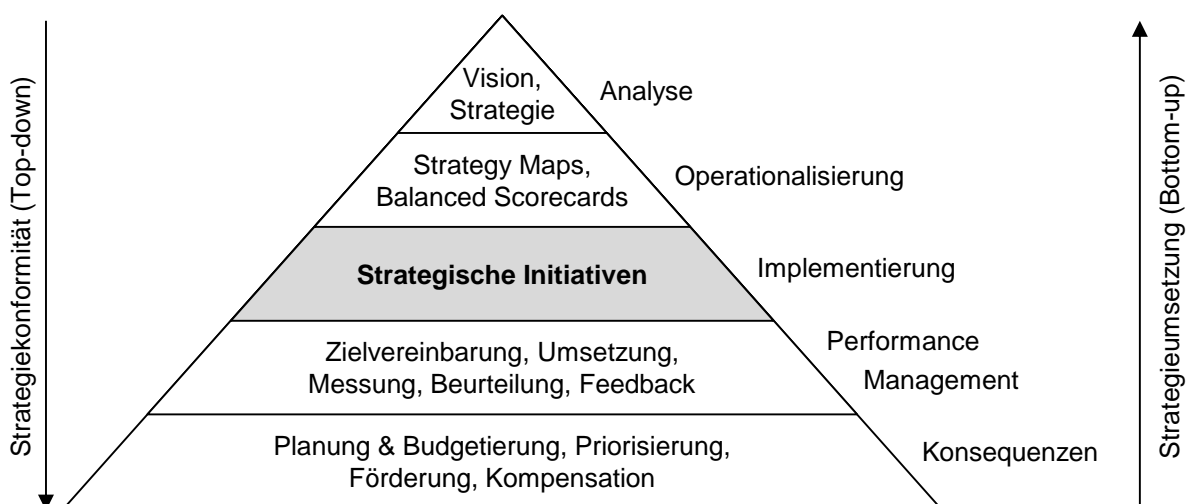


Abbildung 25: Stellung von Initiativen im strategischen Management, in Anlehnung an [105]

Abbildung 25 verdeutlicht, dass strategische Initiativen als Werkzeug zur Strategieimplementierung sehr stark durch die von der Unternehmensführung vorgegebene Vision und Strategie beeinflusst werden. Damit wird strategischen Initiativen ein klarer Handlungsspielraum gesetzt, um die damit verbundenen Ziele strategiekonform im Unternehmen umzusetzen.

Nutzen von strategischen Initiativen im Anlagenengineering

Strategische Initiativen als Werkzeug zur Umsetzung der Unternehmensstrategie können einen wertvollen Beitrag darstellen, um die Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen im Anlagenengineering zu unterstützen. Problematisch ist dabei jedoch die top-down getriebene Umsetzung der eindeutig vorgegebenen Unternehmensstrategie. Dadurch werden die zahlreichen dezentralen Erfahrungsträger des Engineerings nicht ausreichend in den Implementierungsprozess eingebunden.

3.4.2 Communities-of-Practice

Neben strategischen Initiativen als durch die Unternehmensführung getriebenes und mit klaren Zielen versehenes Vorhaben bilden Communities-of-Practice eine weitere Möglichkeit zur übergreifenden Zusammenarbeit. Sie sind somit grundsätzlich geeignet, Verbesserungsmaßnahmen im Engineering voranzutreiben.

Grundlagen zu Communities-of-Practice

Der Begriff “Communities of Practice” (CoP) wurde ursprünglich von Lave und Wenger geprägt, als sie das Lernverhalten von Gruppen in verschiedenen Kulturen analysierten und beschrieben. Die Ergebnisse wurden im Buch “Situated Learning” veröffentlicht. [106]

Mit der Verbreitung von Webtechnologien und der Bildung virtueller Gruppen im Internet wurde der Begriff “Communities of Practice” in die virtuelle Welt übertragen und beschreibt unter anderem die Zusammenarbeit von Personen in virtuellen Communities. Dies kann sich dabei auf unterschiedliche Personenkreise beziehen.

Als Voraussetzung für erfolgreiche Communities-of-Practice wird Heterogenität gesehen. Die unterschiedlichen Interpretationsräume der einzelnen Community-Teilnehmer schaffen in Kombination neue Impulse und Innovationen. Ferner trägt die Etablierung von Communities-of-Practice in Unternehmen zum Kulturwandel bei. Wissen soll nicht mehr als Machtfaktor einzelner Personen verstanden werden, sondern als Ressource, die sich durch Teilen vermehrt und dadurch einen größeren Nutzen für die Gemeinschaft im Vergleich zur einzelnen Person bereithält. [107]

Neben Communities-of-Practice existieren mit Arbeitsgruppen, Projektteams und informellen Netzwerken weitere Organisationsformen in den Unternehmen. Eine geeignete Abgrenzung wird, wie in Tabelle 8 dargestellt, anhand der Dimensionen Zweck, Teilnehmer, Zusammenhalt und Dauer vorgenommen. [108]

Tabelle 8: Vergleich von Communities-of-Practice mit alternativen Organisationsformen [108]

Organisationsform	Zweck	Teilnehmer	Zusammenhalt	Dauer
Community-of-Practice	Weiterentwicklung der Fähigkeiten, Wissensaustausch	Freiwillige Teilnahme	Identifikation mit dem Wissen der Community	Solange das Interesse am Zusammenhalt der Gruppe anhält
Formelle Arbeitsgruppe	Erstellung eines Produkts / einer Dienstleistung	Jeder, der dem Gruppenleiter unterstellt ist	Aufgabenbeschreibung	Bis zur nächsten Umorganisation
Projektteam	Fertigstellung einer bestimmten Aufgabe	Vom Management bestimmte Mitarbeiter	Meilensteine und Ziele des Projekts	Bis zum Abschluss des Projekts
Informelles Netzwerk	Sammlung und Weitergabe von Informationen	Bekannte und Geschäftsfreunde	Gegenseitige Bedarfe	Solange ein Grund zu Kontakt besteht

Es zeigt sich, dass sich Communities-of-Practice vor allem über die gemeinsame Erarbeitung und den gegenseitigen Austausch von Wissen definieren, die Mitglieder selbständig und freiwillig daran teilnehmen und eine starke Identifikation der Teilnehmer mit der Community entsteht. Die Dauer der Existenz einer solchen Community-of-Practice ist dabei ausschließlich vom Vorhandensein eines ausreichenden Interesses der Mitglieder abhängig.

Mit der Verbreitung verschiedener IT-Tools zur Zusammenarbeit, insbesondere den Mitteln der Social Media, stehen Communities-of-Practice zahlreiche Werkzeuge zur Verfügung. Wichtige Tools zur Arbeit der Community sind dabei Content-Management-Systeme (für Organisation, Kontaktaufbau, Best-Practice-Dokumentation und Projektbeispiele), Suchfunktionen, synchrone oder asynchrone Online-Diskussionen sowie gegebenenfalls fachspezifische Werkzeuge. [109]

Gleichzeitig wird betont, dass die Rolle von IT-Werkzeugen nicht überbewertet werden darf. So hängt das Funktionieren von Communities-of-Practice weniger stark von der IT-Unterstützung, sondern viel mehr von den Dimensionen des sogenannten sozialen Kapitals (Vernetzung, Beziehungen, gemeinsamer Kontext) ab. Aus diesem Grund muss die IT-Unterstützung insbesondere darauf abzielen, die genannten Dimensionen zu unterstützen, um dadurch die Community selbst zu fördern. [110]

Nutzeneffekte durch Communities-of-Practice

Lesser und Storck nutzen den Ansatz des sozialen Kapitals um zu erklären, welche Nutzeneffekte Communities-of-Practice für Unternehmen aufweisen. Dabei zeigt sich, wie in Tabelle 9 dargestellt, dass der Nutzen von Communities-of-Practice in

steileren Lernkurven, intensiverem Kundenfeedback, weniger Nacharbeit, reduzierter Doppelarbeit sowie verstärkter Innovation besteht. Diese Nutzeneffekte ergeben sich beispielsweise aus der Vernetzung von Mitarbeitern untereinander und der daraus resultierenden Möglichkeit des einfacheren Auffindens von Experten. [111]

Tabelle 9: Nutzeneffekte durch Communities-of-Practice, in Anlehnung an [111]

Nutzeneffekt	Dimensionen des sozialen Kapitals		
	Vernetzung	Beziehungen	Gemeinsamer Kontext
Steilere Lernkurven	Auffinden von Experten	Beraten und Trainieren neuer Mitarbeiter	Verstehen der Regeln des Unternehmens
Intensiveres Kundenfeedback	Auffinden von Personen mit ähnlichen Erfahrungen	Bereitschaft auf zufällige Fragen zu antworten	Verstehen der gemeinsamen Sprache
Reduzierte Doppelarbeit	Auffinden von bereits entwickelten Ergebnissen	Aufbau von Reputation	Verstehen des Zusammenhangs von Wissen
Verstärkte Innovation	Nutzen von losen Verbindungen um neue Ideen zu generieren	Aufbau eines sicheren Rahmen für Brainstorming und Test von Ideen	Verstehen von allgemein relevanten Problemen

Katja Zboralski zeigt in ihrem Buch „Wissensmanagement durch Communities-of-Practice“ den Stand der Forschung und insbesondere die Nutzeneffekte durch Communities-of-Practice auf. Das Ergebnis der Untersuchung anhand einer Einschätzung der Nutzer von Communities-of-Practice ist, dass der Nutzen den zu investierenden Aufwand übersteigt. [112]

Dennoch wird auch Kritik am Ansatz der Communities-of-Practice beschrieben. Dies beinhaltet beispielsweise häufig eine starke Abhängigkeit von einer Identifikationsfigur der Community, meist relativ kurze Zeiten effektiver Wissensarbeit im Lebenszyklus einer Community oder die Einschränkung von Ressourcen für den Fall, dass eine Community im Unternehmen zu stark wird. [113]

Motivationsfaktoren und Barrieren zur Mitarbeit in Communities-of-Practice

Untersuchungen zeigen, dass bei unternehmensinternen Communities die Motivation zur Weitergabe von Wissen in einer moralischen Verpflichtung der Mitarbeiter zur Unterstützung des Unternehmens ein wesentlicher Faktor ist. Dies muss jedoch durch die Unternehmenskultur oder durch die Kultur der spezifischen Berufsgruppe im Unternehmen unterstützt werden. Ein weiterer Faktor sind persönliche Beweggründe der Mitarbeiter. Dazu zählen das Streben nach Profilierung als Fachexperten oder das Gefühl dem Unternehmen etwas zurückgeben zu wollen. [114]

Eine weitere Untersuchung zeigt ein ähnliches Ergebnis, hebt jedoch einen anderen Schwerpunkt hervor. So wird das Teilen von Wissen insbesondere auf Gründe der

persönlichen Reputation, teilweise auch auf das Vergnügen anderen Menschen zu helfen, zurückgeführt. [115]

Eng mit Untersuchungen zu den Motivationsfaktoren verbunden, sind die Gründe, warum sich Mitarbeiter nicht am Wissensprozess beteiligen. Hier zeigen Studien eine große Bandbreite auf. Dies ist zum einen das absichtliche Zurückhalten von Informationen, um sich selbst in den Status eines vermeintlich nicht ersetzbaren Experten zu bringen und sich dadurch einen Vorteil gegenüber Kollegen zu verschaffen. Zum anderen gehören zu diesen Gründen die geringe Wertschätzung des eigenen Wissens oder die Furcht vor Bloßstellung aufgrund von möglicherweise nicht vollständig korrekten Wissens. Eine weitere Barriere wird zudem in zeitintensiven Freigabeprozessen der Wissensmanagement-Systeme sowie in Sicherheits- und Vertraulichkeitsbedenken der Mitarbeiter gesehen. [114]

Regelmäßig wird die Rolle von finanziellen Anreizen zur Mitarbeit in der Community diskutiert. Veröffentlichungen hierzu kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. So empfiehlt eine Arbeit vor dem Hintergrund einer Untersuchung zur Spieltheorie die Einführung eines Bonus-Systems für unternehmensinterne Communities [116]. Gleichzeitig zeigt eine Untersuchung zur Einführung eines solchen Bonus-Systems bei einem internationalen Unternehmen eindeutig negative Aspekte [117]. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Einführung von finanziellen Anreizen den Charakter einer Community-of-Practice stark verändern kann, da das Wissen nicht mehr als öffentliches Gut in einem Unternehmen angesehen wird und sich die Mitglieder nicht mehr aus moralischer Verpflichtung gegenüber dem Unternehmen am Wissensaustausch beteiligen. Stattdessen wird nach Einführung finanzieller Anreize die Qualität des Wissens angezweifelt, da bekannt ist, dass wesentliche Wissens Elemente rein aus persönlichen, materiellen Beweggründen der Mitarbeiter eingebracht wurden. Dieses Ergebnis deckt sich sehr gut mit der hohen Bedeutung von Vertrauen für den Erfolg von Communities-of-Practice [118].

Management von Communities-of-Practice

Communities-of-Practice können im Unternehmen nicht mit Hilfe konventioneller Methoden geführt werden. Führungskräfte müssen stattdessen die Rahmenbedingungen von Communities-of-Practice möglichst optimal unterstützen, um diese zu fördern. Dazu sind diejenigen Communities zu identifizieren, die den strategischen Zielen des Unternehmens entsprechen. Diesen ist eine geeignete Infrastruktur bereitzustellen. Da sich der Beitrag der Communities nicht an eindeutigen Kennzahlen belegen lässt, wird empfohlen, die Ergebnisse in persönlichen Gesprächen mit Community-Mitgliedern zu eruieren und möglichst Erfolgsbeispiele zu sammeln. [108]

Weiterführende Veröffentlichungen zur Nutzenmessung von Communities-of-Practice empfehlen ebenfalls keine rein quantitative Methodik, sondern fokussieren sich, je

nach Reifegrad der Community, auf eine Mischung zahlreicher qualitativer und quantitativer Indikatoren. [119]

Als zentrale Erfolgsfaktoren von Communities-of-Practice werden die folgenden Faktoren gesehen [120][121]:

- Klar definierte und fokussierte Wissensstrategie
- Strikte Übereinstimmung von Wissensstrategie und Community-basierten Wissensmanagement-Programmen
- Gute Balance zwischen allen Dimensionen der Communities
- Berücksichtigung des unternehmensspezifischen Kontexts
- Mit ausreichend Ressourcen ausgestatteter Community-Manager
- Motivierter Sponsor
- Einbindung des Top-Managements
- Geeignete technische Plattform

Nutzen von Communities-of-Practice im Anlagenengineering

Zur Existenz von Communities-of-Practice im speziellen Anwendungsgebiet des Anlagenengineerings sind in der Literatur nur wenige zielführende Veröffentlichungen zu finden. Bresnen et al. zeigen dabei jedoch auf, dass insbesondere in Projektorganisationen der soziale Zusammenhalt besonders wichtig für einen erfolgreichen Wissensaustausch ist. Aus diesem Grund wird die Rolle eines „Regional Engineering Managers“ eingeführt, um als Multiplikator Erfahrungen an verteilte Engineering-Teams weiterzugeben. [122]

Dies ist somit ein Anhaltspunkt dafür, dass Communities-of-Practice mit ihrer Stärke der Integration dezentraler Mitglieder und die Schaffung einer gemeinsamen Ausgangsbasis wichtige Mechanismen für den Wissens- und Erfahrungsaustausch sowie die übergreifende Zusammenarbeit bereithalten und damit sehr gut an der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen im Anlagenengineering mitwirken können. Wesentlicher Nachteil ist jedoch die fehlende strategische Ausrichtung der Aktivitäten der Communities und somit die Schwierigkeit gezielte Schwerpunkte in der Arbeit zu setzen.

3.4.3 Wissensmanagement

Eng verbunden mit den Zielen von Communities-of-Practice sind die Ansätze des Wissensmanagements. Zur Einordnung dieses Themenfelds wird zunächst der Begriff des Wissens näher erläutert und anschließend auf die Konzepte des Wissensmanagements eingegangen.

Bedeutung und Systematisierung des Begriffs Wissen

Der Begriff des Wissens wird in der Literatur nicht einheitlich definiert. Ein weit verbreitetes Verständnis basiert auf der Herleitung von Wissen über die Hierarchieebenen Zeichen, Daten und Informationen. Zeichen sind somit die kleinste Einheit und

werden einem Zeichenvorrat (z. B. Alphabet) entnommen. Unter Anwendung einer bestimmten Struktur (Syntax) werden Zeichen zu Daten verbunden. Eine kontextbezogene Verknüpfung von Daten auf Basis einer Semantik bildet die Information. Werden Informationen schließlich vernetzt, so entsteht Wissen. [123]

Diesen Zusammenhang hat North in der sogenannten Wissenstreppe (siehe Abbildung 26) dargestellt und um die Ebenen Können, Handeln und Kompetenz ergänzt. Zentrales Ziel nach North ist schließlich die Wettbewerbsfähigkeit. [124]

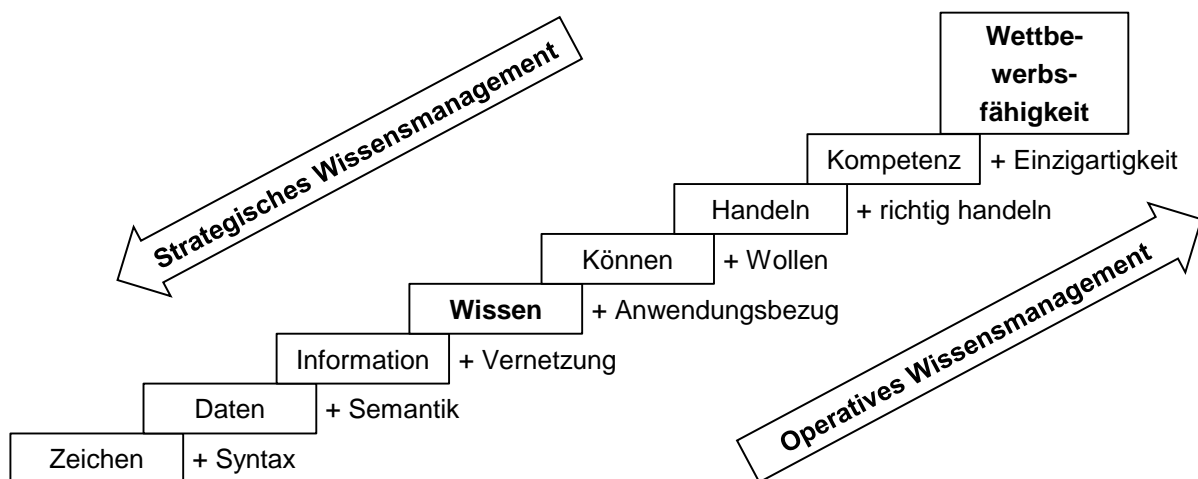


Abbildung 26: Wissenstreppe, in Anlehnung an [124]

Die Gesamtheit des im Unternehmen vorhandenen Wissens ist die sogenannte organisationale Wissensbasis [125]. Um mit dem darin enthaltenen Wissen umgehen und arbeiten zu können, ist allerdings nicht nur eine Abgrenzung des Begriffes „Wissen“ notwendig, sondern auch eine Unterscheidung in verschiedene Wissensarten, die im Unternehmen vorzufinden sind. Das Modell zur Systematisierung von Wissen nach Decker greift, wie in Abbildung 27 dargestellt, die Dimensionen Explizierungsgrad, Zugänglichkeit und Anwendbarkeit des Wissens auf [126].

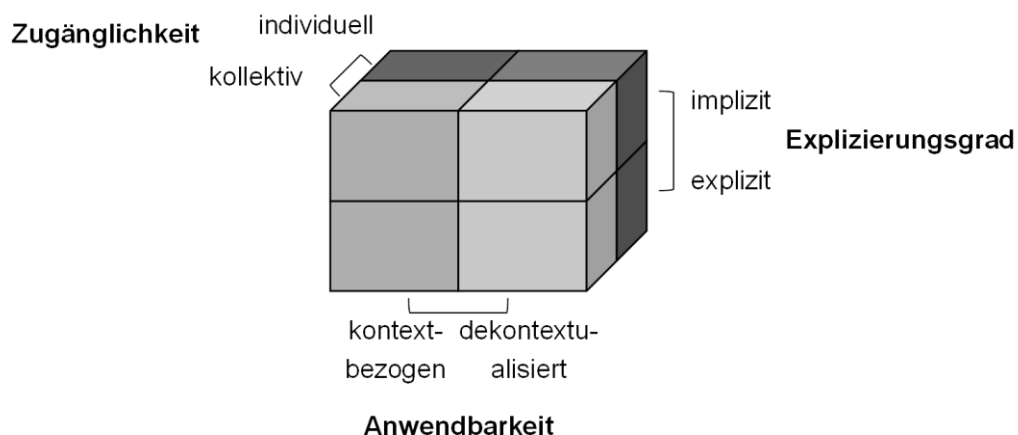


Abbildung 27: Systematisierung der Ressource Wissen, in Anlehnung an [127]

Hinsichtlich des Explizierungsgrads werden zwei Arten von Wissen unterschieden. Dabei handelt es sich um explizites und implizites Wissen. Diese beiden Dimensionen werden im Folgenden näher erläutert:

- Explizites Wissen ist „standardisierbar und in Strukturen, Prozessen, Technologien, Bibliotheken und Datenbanken angelegt [...]. Diese Form des Wissens ist quantifizierbar, greifbar und sicher, also nicht an bestimmte Personen gebunden.“ [128] Im Rahmen des Engineerings handelt es sich bei explizitem Wissen beispielsweise um dokumentierte Vorgehensbeschreibungen, vollständig beschriebene Anlagenmodule oder gut dokumentierte Best-Practices.
- Implizites Wissen beruht im Gegensatz dazu „auf subjektivem Können. Sowohl Personen und Gruppen als auch Organisationen können Besitzer von implizitem Wissen sein. Es ist begrenzt verfügbar, da es an den oder die Besitzer zeitlich und sozial gebunden ist und sich nur schwer in eine standardisierte Form bringen lässt. Implizites Wissen manifestiert sich in Werten, Idealen, Gefühlen, subjektiven Einsichten und in Institutionen.“ [128] Am Beispiel des Anlagenengineerings können das Erfahrungen zur Leistungsfähigkeit von Anlagen oder häufig auftretende Fehler sein.

Eine weitere Dimension besteht in der Zugänglichkeit zum Wissen. Dies kann einerseits individuelles Wissen oder kollektives Wissen sein [129]:

- Individuelles Wissen ist nur einzelnen Personen zugänglich. Dies gilt sowohl für implizites als auch für explizites Wissen. Über implizites Wissen hat nur die betroffene Person Kenntnis, explizites Wissen kann anderen Personen unzugänglich gemacht werden.
- Kollektives Wissen ist im Gegensatz dazu für mehrere Personen gleichzeitig zugänglich. Dies ist nicht abhängig davon, ob es sich um implizites oder explizites Wissen handelt. Kollektives Wissen „ist in ein Netz aus Beziehungen so eingebettet, dass man es nicht in seine Einzelteile zerlegen und als solches imitieren oder erwerben kann“ [130]. Im Anlagenengineering können das die Erfahrungen eines gesamten Projektteams über Schwierigkeiten im Projekt, aber auch Fähigkeiten und Kompetenzen einzelner Teammitglieder sein.

Als dritte Dimension kann Wissen nach der Anwendbarkeit eingeteilt werden. Dabei wird in kontextbezogenes und dekontextualisiertes Wissen unterschieden:

- Kontextbezogenes Wissen bezieht sich auf die Anwendbarkeit in einem speziellen Anwendungsfall (Situation oder Objekt) und gewinnt dadurch an Wert. Dies bedeutet gleichzeitig, dass das Wissen nicht oder nur unter signifikantem Aufwand auf andere Objekte und Situationen übertragen werden kann. [126] Für das Anlagenengineering bedeutet kontextbezogenes Wissen beispielsweise die Kenntnis über Randbedingungen und Voraussetzungen zur Realisierbarkeit konkreter Fertigungsprozesse.

- Dekontextualisiertes Wissen ist allgemein anwendbar und beinhaltet daher insbesondere grundlegende Funktionsweisen und Zusammenhänge. Somit handelt es sich um eher theoretisches Wissen und wird vor allem im Rahmen von Lehrangeboten vermittelt. [126]

Zentrale Aufgabe des Wissensmanagements im Unternehmen ist es, das implizite Wissen durch Dokumentation und standardisierte Beschreibung explizit zu machen. Gleichzeitig soll dieses explizite Wissen möglichst allen Mitarbeitern zugänglich gemacht und somit in kollektives Wissen des Unternehmens überführt werden. Zusätzlich ist kontextbezogenes in allgemein anwendbares Wissen zu überführen.

Grundlagen des Wissensmanagements

In der VDI-Richtlinie 5610 wird Wissensmanagement definiert als die „Gesamtheit der Modelle und Konzepte, mit denen sich die Bedeutung von Wissen als Ressource herausarbeiten sowie Techniken und Instrumente zur bewussten Gestaltung wissensrelevanter Prozesse in Organisationen entwickeln lassen“ [131]. Wichtig ist dabei jedoch, dass das Wissensmanagement im Unternehmen nicht auf die Auswahl der richtigen Werkzeuge reduziert wird. Die geeignete Beeinflussung der Unternehmenskultur, die Kommunikation des Nutzens der Aktivitäten sowie die Motivation der Mitarbeiter sind zentrale Herausforderung bei der Etablierung von Wissensmanagement im Unternehmen. [131]

In der Vergangenheit wurden zahlreiche Modelle entwickelt, die die Kernaufgaben des Wissensmanagements beinhalten und eine Hilfestellung für die Implementierung im Unternehmen bieten. Ein Beispiel hierfür ist das Wissensmanagement-Referenzmodell des Fraunhofer IPK. Wie in Abbildung 28 dargestellt, beinhaltet dieses Modell die Aktivitäten des Erzeugens, Speicherns, Verteilens und Anwendens von Wissen und stellt diese in einen unternehmensspezifischen Kontext. [132]



Abbildung 28: Wissensmanagement-Referenzmodell des Fraunhofer IPK [132]

Weitere Beispiele für Modelle im Wissensmanagement sind das TOM-Modell sowie der Kodifizierungs-/Personalisierungsansatz. Das TOM-Modell betrachtet die Dimensionen Technik, Organisation und Mensch (TOM) und zeigt damit auf, dass die isolierte Betrachtung nur einer einzigen Dimension zur Einführung eines Wissensmanagementkonzepts nicht ausreichend ist. [126]

Der Kodifizierungs- bzw. Personalisierungsansatz basiert auf der Erkenntnis, dass je nach Geschäftsmodell oder Arbeitsgebiet eines Unternehmens andere Strategien des Wissensmanagements erforderlich sind. So ist für Unternehmen mit starkem Fokus auf individuelle Problemlösung eher der Ansatz der Personalisierung erfolgsversprechend, während die Kodifizierung für Unternehmen mit einem hohen Anteil an Wiederverwendung von Wissen als sinnvoll einzuschätzen ist. Im Rahmen der Kodifizierung wird versucht, das vorhandene Wissen explizit zu machen und mit Hilfe von Systemlösungen dem gesamten Unternehmen zugänglich zu machen. Im Gegensatz dazu, ist es Ziel der Personalisierungsstrategie, insbesondere den Austausch von Wissen zwischen Personen zu fördern. Der Fokus liegt dabei auf einer Erleichterung des Wissenstransfers und nicht auf der Speicherung des Wissens. [126][133]

Erfolgsfaktoren des Wissensmanagements

Verschiedene Veröffentlichungen zeigen die wesentlichen Erfolgsfaktoren zur Einführung eines nachhaltigen Wissensmanagements auf. Eine ausführliche Studie als Ergebnis einer Analyse einer Vielzahl relevanter Artikel zeigt dabei mit den Dimensionen Personal (Personalführung, -motivation, -entwicklung), Struktur (Organisation, Technik), Kultur und Wissensmanagement-Aktivitäten vier Dimensionen mit dem größten Einfluss auf den Erfolg von Wissensmanagement auf [134]. Gleichzeitig wird die Bedeutung der Erarbeitung einer Wissensstrategie betont, da aus den Aktivitäten des Wissensmanagements nur dann ein nachhaltiger Wettbewerbsvorteil entsteht, wenn diese in Einklang mit der Geschäftsstrategie des Unternehmens stehen [135]. Weitere erfolgsversprechende Faktoren werden in der tiefen Verankerung des Wissensmanagements im Unternehmen und somit in der Etablierung eines CKO (Chief Knowledge Officer) gesehen [136].

Einen ausführlichen Baukasten zur Einführung von Wissensmanagement stellt der ProWis-Leitfaden samt ProWis-Portal dar. Dabei werden alle wesentlichen Schritte zur Einführung von Wissensmanagement beschrieben und es werden zu allen relevanten Schritten weiterführende Dokumente oder Tools bereitgestellt. Damit handelt es sich um eine sehr umfassende Methoden- und Werkzeugsammlung für das Wissensmanagement. [137]

Nutzen von Wissensmanagement im Anlagenengineering

Verschiedene Veröffentlichungen geben Hinweise hinsichtlich der Eignung von Ansätzen des Wissensmanagements in Unternehmen des Projektgeschäfts oder im Anlagenengineering. So werden die Bedeutung der Kodifizierung und Personalisie-

rung von Wissen und der Einsatz dieser Strategien in projektlastigen Unternehmen hervorgehoben. Es zeigt sich, dass in Abhängigkeit von Größe, geographischer Aufstellung und Art der Arbeit eine unterschiedliche Gewichtung dieser Strategien erforderlich ist [138].

Des Weiteren haben die spezifischen Merkmale des Projektgeschäfts (Dezentralisierung, Fokus auf das kurzfristige Projektergebnis, Integration unterschiedlicher Fachdomänen) besondere Auswirkungen auf die Management- und Wissensprozesse eines Unternehmens [139]. Es besteht zudem die Gefahr, dass bei Unternehmen des Projektgeschäfts aufgrund der vermeintlichen Einzigartigkeit der Projekte mögliche Querverbindungen vernachlässigt werden und somit kein Erfahrungsaustausch stattfindet [140]. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, den Kontext des Unternehmens zu betonen, um Zusammenhänge zu erkennen. Somit ist festzuhalten, dass aufgrund der Charakteristika des Projektgeschäfts zusätzliche Hürden in der Etablierung von Wissensmanagement bestehen und zusätzliche Anstrengungen zur erfolgreichen Implementierung bestehen.

Das Wissensmanagement stellt die Basis für Verbesserungsmaßnahmen im Engineering dar. Aufgrund der Komplexität und der Abhängigkeiten fehlen dem Wissensmanagement jedoch wesentliche Prozesse, um für strategisch wichtige Verbesserungsmaßnahmen die erforderlichen Experten dezentral zu integrieren.

3.4.4 Webbasierte Kommunikationsplattformen

Neben den bereits erläuterten Ansätzen stellen die technischen Entwicklungen des sogenannten Web 2.0 eine zusätzliche Unterstützung der Zusammenarbeit und des Erfahrungsaustauschs im Unternehmen dar. Abbildung 29 zeigt dazu die Entwicklung des Internets hin zum Web 2.0 sowie zu Social Media Anwendungen.

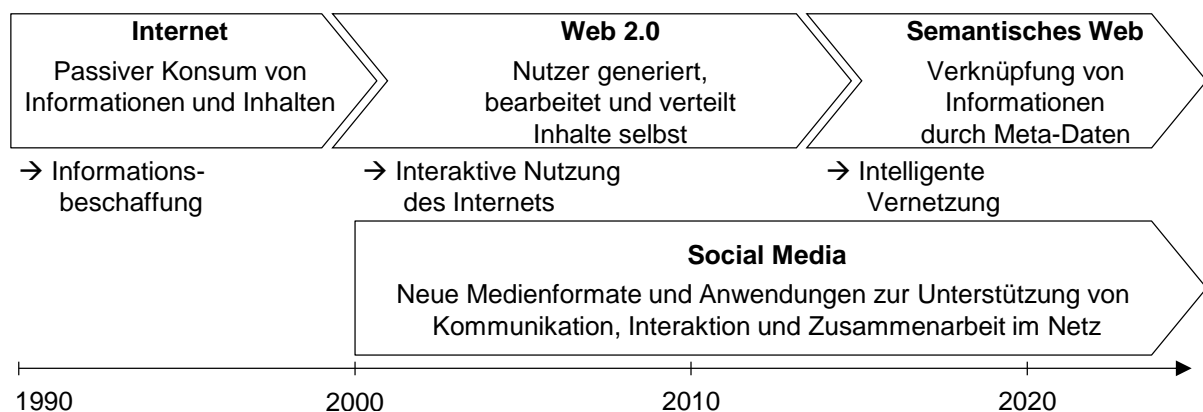


Abbildung 29: Entwicklung des Internets hin zu Web 2.0 und Social Media

Grundlagen des Web 2.0

In den Anfängen des einer größeren Anzahl an Personen zugänglichen Internets in den 1990er Jahren lag der Fokus auf dem passiven Konsum von Inhalten und Infor-

mationen, meist dargestellt über statische HTML-Seiten. Anfang der 2000er Jahre änderte sich die Wahrnehmung und es wurden zahlreiche neue Webanwendungen mit starkem Fokus auf Kommunikation, Kollaboration und Vernetzung entwickelt. Die dabei entstandenen Medienformate des sogenannten Web 2.0 bilden die Grundlage von Social Media (soziale Medien). Als Treiber der weiteren Entwicklung wird insbesondere die intelligente Vernetzung von Informationen im sogenannten „Semantic Web“ gesehen. [141]

Bedeutung und Ziele von Enterprise 2.0

Der Begriff Enterprise 2.0 wurde von Andrew McAfee geprägt und stellt das Pendant zum Web 2.0 bezogen auf Unternehmen dar. Enterprise 2.0 beschreibt Unternehmen, die Social Media unternehmensintern oder -extern einsetzen, um die Ziele ihrer Unternehmung zu erreichen. [142]

Wichtige Social Media Anwendungen werden in Tabelle 10 dargestellt. Dabei wird sowohl auf die zentralen Merkmale als auch auf bekannte Vertreter der verschiedenen Anwendungen eingegangen. Die entsprechenden Anwendungen können somit sowohl unternehmensintern als auch unternehmensextern eingesetzt werden.

Tabelle 10: Übersicht weit verbreiteter Social Media Anwendungen des Web 2.0

Anwendung	Merkmale und Beispiele
Social Networks [143][144]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plattformen mit Fokus auf Vernetzung von Personen ▪ Etablierung privater und beruflicher Netzwerke ▪ Beispiele: Facebook, LinkedIn
Blogs [143][144]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Von einzelnen oder mehreren Nutzern erstellte Beiträge zu bestimmten Themen ▪ Kommentierung der Beiträge durch andere Nutzer ▪ Beispiele: WordPress, Blogger
Wikis [143][144]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datensammlung durch kollaboratives Verfassen von Beiträgen ▪ Berechtigung zum Verfassen, Ändern und Löschen durch jeden Nutzer ▪ Beispiel: Wikipedia, Confluence
Foren [145]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fachbezogene Diskussionen nach dem Frage-Antwort-Prinzip ▪ Beispiel: wer-weiss-was
Instant Messaging [145]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echtzeit-Kommunikation im Internet ▪ Ursprünglich reine Textkommunikation, zwischenzeitliche Integration von Sprach- und Videotelefonie ▪ Beispiele: Skype, Lync

Der externe Einsatz der Anwendungen kann zwischen Unternehmen, ihren Partnern oder Kunden stattfinden und dabei unterschiedliche Ziele verfolgen. Das Hauptaugenmerk der Firmen liegt jedoch vornehmlich auf dem Einsatz im Marketing oder Customer-Relationship-Management. Die interne Nutzung befindet sich jedoch noch

in den Anfängen. Unternehmen lernen erst, welche Potentiale Social Media für ihr Unternehmen intern bereithält und wie sie effektiv einzusetzen sind. [146][147]

Innerhalb von Unternehmen wird Social Media vor allem zur Information, Kommunikation und Kollaboration verwendet. Für alle Anwendungsfelder gilt jedoch, dass ihr Erfolg nicht vom technischen, sondern vom menschlichen Faktor abhängt. Der Anwender bestimmt, ob das Social Media-Angebot für ihn einen Nutzen darstellt. Nur wenn es dem Nutzer gelingt einen persönlichen Mehrwert aus der Social Media-Anwendung zu ziehen, wird sich eine positive Auswirkung für das Unternehmen erzielen lassen. [148][149]

Wie bereits erläutert, hat sich die unternehmensinterne Verwendung von Social Media bei der Mehrheit der Unternehmen noch nicht durchgesetzt. Es bestehen vor allem Vorbehalte, dass zu viele verschiedene webbasierte Anwendungen die Mitarbeiter überfordern oder sie nicht zum betrieblichen Zweck genutzt werden und damit von der eigentlichen Arbeit ablenken und gegen Compliance verstoßen. Weiterhin sehen viele Unternehmen die Einführung und Etablierung von Social Media-Anwendungen als schwierig und zeitaufwendig. [150]

Der unternehmensinterne Einsatz von Social Media dient dennoch vorrangig dazu, die Arbeitsumgebung in Unternehmen effektiver und effizienter zu gestalten, bestehende Plattformen zusammenzuführen sowie die menschliche Interaktion zu unterstützen. Die Ziele des unternehmensinternen Einsatzes können vielfältig strukturiert werden. Eine weit verbreitete Strukturierung bezieht sich, wie in Abbildung 30 dargestellt, auf die vier Dimensionen Identitäts- und Netzwerkmanagement, Informationsmanagement, Kommunikationsmanagement und Kollaborationsmanagement. [151][152]

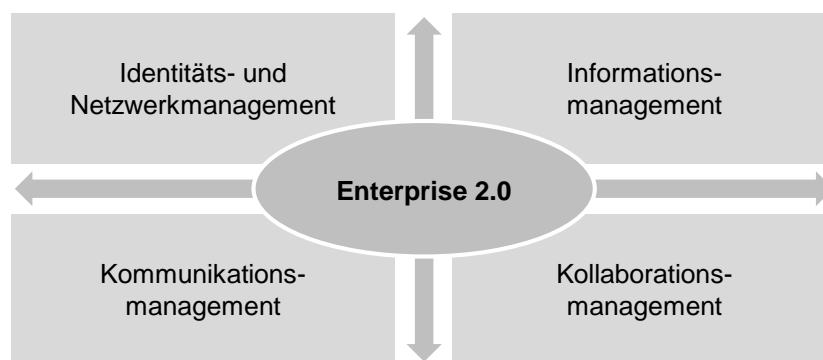


Abbildung 30: Zieldimensionen von Social Media Anwendungen

Das Optimum ist erreicht, wenn die unternehmensinterne Anwendung zwischen den Mitarbeitern die bestmögliche Vernetzung, Information, Kommunikation und Zusammenarbeit gewährleistet. Den größten Nutzen im unternehmensinternen Einsatz

bieten laut einer Studie von Berlecon Research Anwendungen zum Identitäts- und Netzwerkmanagement sowie zum Informationsmanagement. [153]

Eine Studie von McKinsey aus dem Jahr 2010 zeigt, dass Unternehmen, die Social Media bereits intern einsetzen, vor allem von einem besseren Zugang zu Informationen, geringeren Kommunikations- und Reisekosten sowie schnellerem Zugang zu internen Experten profitieren konnten. Rund zwei Drittel der befragten Mitarbeiter empfinden darüber hinaus den Einsatz von Social Media für ihre Arbeit als nützlich. Über die Hälfte konnten sogar ihre Arbeitsproduktivität steigern und Aufgaben schneller erledigen. Welchen monetären Wertbeitrag der Einsatz von Social Media in Unternehmen erbringt, ist derzeit indes noch nicht hinreichend erfasst. Es gibt jedoch erste Untersuchungen, die einen sehr hohen Produktivitätsgewinn von bis zu 20-25 % im Bereich wissensintensiver Unternehmen durch den Einsatz von Social Media Anwendungen erwarten. [148][154][155]



















Nutzen von Enterprise 2.0 im Anlagenengineering

Im Jahr 2014 wurde eine Umfrage zum produktiven Einsatz von Enterprise 2.0 Anwendungen in Unternehmen des Anlagenbaus durchgeführt. Dabei wurde ermittelt, dass 66 % der befragten Teilnehmer mindestens ein Werkzeug aktiv nutzen. Werden jedoch weitere Faktoren wie beispielsweise die Häufigkeit der Nutzung, die Dynamik eines gegenseitigen Austauschs oder ein hoher Grad der Vernetzung unter Kollegen mit berücksichtigt, so zeigt sich, dass nur noch bei 14 % der Umfrageteilnehmer von einem wirklich produktiven Einsatz der Werkzeuge im Rahmen der regulären Arbeit gesprochen werden kann. [S1]

Anwendungen des Web 2.0 stehen somit bereits vielen Mitarbeitern im Engineering zur Verfügung, dennoch sind für einen breiten produktiven Einsatz Wege zu finden, wie diese in die eigentliche Arbeit integriert werden können. Dies betrifft insbesondere die tiefe Verankerung der für das Wissensmanagement wichtigen Funktionen des Identitäts- und Netzwerkmanagements.

3.4.5 Bewertung der Umsetzungshilfen unter Berücksichtigung der Anforderungen des Engineerings

Die in den vorherigen Abschnitten aufgezeigten Ansätze weisen ganz unterschiedliche Schwerpunkte in ihrer Anwendung im Unternehmen auf und eignen sich damit unterschiedlich gut als Umsetzungshilfen zur Entwicklung und Einführung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering. Dazu wurden die vier Umsetzungshilfen (Strategische Initiativen, Communities-of-Practice, Wissensmanagement und Enterprise 2.0) hinsichtlich der in Kapitel 3.3.4 formulierten Anforderungen mit Hilfe einer Expertenschätzung evaluiert. Dabei wurde der Erfüllungsgrad einer jeden Anforderung auf einer fünfstufigen Skala von „sehr gering“ bis „sehr hoch“ bewertet. Abbildung 31 zeigt das Bewertungsergebnis als Übersicht.

Bewertung der Umsetzungshilfen	Strategische Initiativen	Communities-of-Practice	Wissensmanagement	Enterprise 2.0
Förderung von Wissens- und Erfahrungsaustausch				
Zusammenarbeit aller Interessensgruppen des Engineerings				
Integration dezentraler der Wissens- und Erfahrungsträger				
Schaffung zentraler Verantwortlichkeiten für die Methodenentwicklung				-
Unternehmensspezifische Anpassung von Methoden				-

Erfüllungsgrad der Anforderungen*Abbildung 31: Bewertung der Umsetzungshilfen*

Strategische Initiativen haben eine wesentliche Stärke in der Schaffung zentraler Verantwortlichkeiten. So werden in der Regel vom Top-Management klare Ziele gesetzt und diese in einer Projektorganisation auf einzelne Aufgabenpakete heruntergebrochen. Zentraler Nachteil ist hier jedoch die fehlende Integration der breit gestreuten Wissens- und Erfahrungsträger sowie der aktiven Förderung eines Wissens- und Erfahrungsaustausch. Damit geht bei einer Anwendung strategischer Initiativen im Umfeld des Anlagenengineerings neben dem Erfahrungswissen insbesondere der Rückhalt bei der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen in den Engineering-Teams verloren.

Communities-of-Practice als zweiter möglicher Lösungsansatz zeichnen sich demgegenüber vor allem durch die starke Integrationsleistung und dem Zusammenhalt der Community aus. Aufgrund der starken Autonomie der Communities bleibt dabei jedoch kaum Einfluss des Unternehmens auf die Inhaltssteuerung und das Setzen von Schwerpunkten in der Arbeit. Gleichzeitig kann zwar das Unternehmen Communities durch die Schaffung von Freiräumen unterstützen, die Entstehung ist aber dennoch stark von den Mitarbeitern und deren Interessen getrieben.

Das Wissensmanagement zeichnet sich insbesondere durch den starken Fokus auf die Förderung des Wissensaustausch und der Dokumentation von Wissensselementen aus. Gleichzeitig können durch die Wissensmanager im Unternehmen relativ gut inhaltliche Schwerpunkte in der Wissensarbeit gesetzt werden. Eine Integration in die Arbeitsabläufe wird in vielen Unternehmen sehr formell über die Unternehmenspro-

zesse sichergestellt. Dennoch stößt das Wissensmanagement insbesondere im Projektgeschäft an seine Grenzen. Dies liegt, wie aufgezeigt, vor allem an der Betrachtung der Einzigartigkeit der Projekte und somit an einem eingeschränkten Wissenstransfer. Gleichzeitig findet die dezentrale Integration auf sehr formelle Art und Weise statt, so dass viele Mitarbeiter die Wissensarbeit als Last empfinden oder aufgrund bestehender materieller Anreizsysteme den Ergebnissen nicht trauen.

Der vierte, sehr auf IT-Systeme gestützte Ansatz der Enterprise 2.0 betont insbesondere den ubiquitären Austausch von Informationen zwischen den Mitarbeitern. Die zugrunde liegenden IT-Systeme sind jedoch in der Regel eingebunden in das Wissensmanagement oder dienen als Unterstützung von Communities-of-Practice und sind hinsichtlich Inhaltssteuerung und Verantwortlichkeiten nur im Rahmen der konkreten Ausgestaltung zu bewerten.

Zur nachhaltigen Nutzung der Ansätze zur Unterstützung einer Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen im Anlagenengineering bleiben daher zentrale Defizite bestehen, da keiner der genannten Ansätze die Anforderungen in vollem Umfang erfüllt. Ziel muss es daher sein, die Vorteile der verschiedenen Ansätze in einem für das Anwendungsgebiet des Anlagenengineerings geeigneten Methoden- und Toolbaukasten zusammenzuführen.

3.5 Anforderungen an einen Lösungsansatz

Wie sich zeigt, sind die bekannten Ansätze von Wissensmanagement, Communities-of-Practice, strategischen Initiativen sowie Kommunikationsmedien des Web 2.0 alleine nicht geeignet, um eine unternehmensspezifische Weiterentwicklung und Implementierung von Engineering-Methoden effektiv zu fördern. Aus diesem Grund ist ein umfassender Baukasten bestehend aus Vorgehensweisen und Werkzeugen für das Management komplexer Engineering-Methoden zu entwickeln.

Die Anforderungen an ein umfassendes Konzept wurden insbesondere auf Basis der in Kapitel 3.3.4 formulierten Voraussetzungen für ein effektives Management von Engineering-Methoden sowie den in Abschnitt 3.4 erarbeiteten Defiziten und Besonderheiten der vier untersuchten Umsetzungshilfen aggregiert. Die daraus abgeleiteten Anforderungen werden daher in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

(1) Die kontinuierliche Verbesserung des Engineerings muss als strategisches Vorhaben des Unternehmens definiert werden

Aufgrund der hohen Bedeutung des Engineerings für die Unternehmen und dem daraus resultierendem Stellenwert einer Verbesserung des Engineerings soll der Lösungsansatz als ein langfristiges strategisches Vorhaben umgesetzt werden. Dies bedeutet, dass die aktive Unterstützung der Unternehmensleitung eine zentrale Voraussetzung ist. Dazu sind für das Vorhaben ausreichende finanzielle und personelle Ressourcen bereitzustellen.

(2) Das Engineering-Management muss aktiv inhaltliche Schwerpunkte setzen

Neben der Unterstützung der Unternehmensleitung sind insbesondere aus dem Engineering wichtige inhaltliche Schwerpunkte zu setzen. Dazu gehört ein klarer inhaltlicher Fokus auf die Weiterentwicklung von Engineering-Methoden (z. B. Vorgehen zur Modularisierung von Anlagen, domänenübergreifende Zusammenarbeit, durchgängige Toolunterstützung). Das zu entwickelnde Konzept soll daher die Möglichkeit berücksichtigen, aktiv inhaltliche Schwerpunkte zu setzen.

(3) Eine Engineering Community muss aktiv dezentrale Erfahrungsträger integrieren

Wichtig ist dabei jedoch, dass es sich hier lediglich um das Setzen von Leitlinien handelt und somit Freiräume bei der genauen inhaltlichen Ausgestaltung bestehen bleiben. Diese Freiräume sollen insbesondere die dezentrale Integration der Fachexperten des Engineerings erleichtern und somit eine Berücksichtigung des wertvollen Erfahrungswissens im Verbesserungsprozess ermöglichen. Gleichzeitig steigert eine intensive bottom-up Einbindung die Akzeptanz entwickelter Lösungen. Ein solches Vorgehen kann dem Change Management entliehen werden [156]. Eine Anwendung auf das Engineering ist in Abbildung 32 dargestellt.

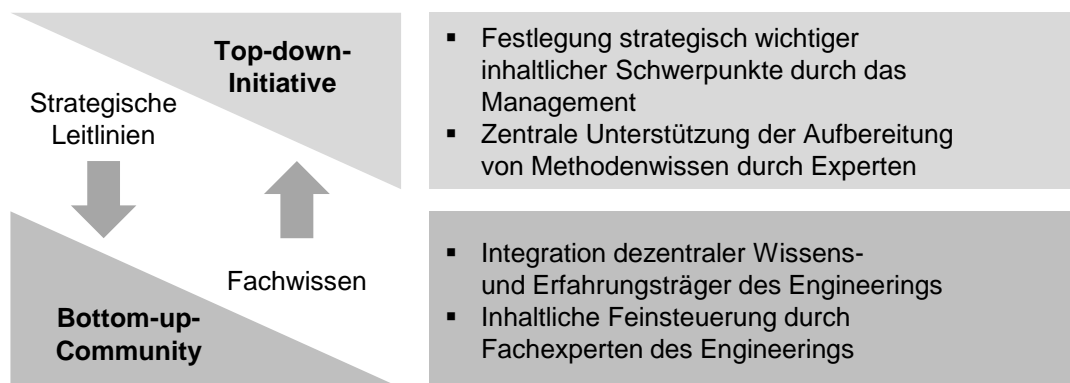


Abbildung 32: Verbindung von Top-down- und Bottom-up-Vorgehensweise [157]

Eine entsprechende Vorgehensweise ist daher auch für das Engineering wichtig. So sind strategische Leitlinien top-down zu setzen, gleichzeitig ist das Fachwissen bottom-up auf Basis einer breiten Community zu integrieren. Dabei müssen jedoch gleichzeitig Spielräume geschaffen werden, so dass die Wissens- und Erfahrungsträger des Unternehmens selbst die Erarbeitung und Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen initiieren können.

(4) Der Aufbau und Betrieb einer Engineering Community muss durch einen umfassenden Methoden- und Toolbaukasten unterstützt werden

Zur Umsetzung des Vorhabens ist die Entwicklung eines umfassenden Methoden- und Werkzeugbaukastens erforderlich. Dies umfasst insbesondere die bereits im

Zusammenhang mit dem Wissensmanagement angesprochenen Themenfelder Technik, Organisation und Mensch. Dazu ist es wichtig, geeignete Analyse-, Schulungs- und Bewertungsmethoden bereitzustellen, um beispielsweise die verschiedenen Mitarbeiter- und Einflussgruppen zu analysieren, die geeigneten IT-Tools auszuwählen oder die Ansatzpunkte für einen kulturellen Wandel im Unternehmen zu identifizieren.

Zusätzlich sind Werkzeuge bereitzuhalten, die eine Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen unterstützen oder für die laufende Methodenarbeit erforderlich sind. Zur regelmäßigen Kontrolle der Aktivitäten und zur Sicherstellung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses sind zudem Hilfsmittel der Erfolgsmessung zu etablieren.

(5) Zur Unterstützung des Problemlösungsprozesses sind einfach anwendbare Hilfsmittel zu entwickeln

Neben der Schaffung organisatorischer Rahmenbedingungen und der Entwicklung eines Methoden- und Werkzeugbaukastens soll insbesondere der Problemlösungsprozess aktiv unterstützt werden. Für das Engineering bedeutet dies die Verfügbarkeit anwendungsspezifischer Werkzeuge zur Analyse der Engineering-Aktivitäten und zur Identifikation von Verbesserungsansätzen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Mitarbeiter sehr früh in den Problemlösungsprozess mit einbezogen werden können. Die entsprechenden Problemlösungswerkzeuge müssen daher von allen interessierten Mitarbeitern einfach angewendet werden können.

(6) Experten müssen den gesamten Verbesserungsprozess moderieren und die Ergebnisse konsolidieren

Aufgrund der hohen Komplexität und der zahlreichen Abhängigkeiten im Engineering muss der zu entwickelnde Lösungsansatz eine aktive Moderation bei der Entwicklung der Engineering-Methoden und der dazu erforderlichen Konsolidierung (Überprüfung, wirtschaftliche Evaluierung, Dokumentation etc.) von Wissenselementen berücksichtigen. Dadurch können sich die beteiligten Wissens- und Erfahrungsträger auf die eigentliche inhaltliche Arbeit konzentrieren, während die Aufbereitung durch speziell geschulte Mitarbeiter erfolgt.

(7) Die Werkzeuge und Vorgehensweisen einer Engineering Community müssen in den operativen Arbeitsprozess aktiv integriert werden

Um die Akzeptanz eines Engineering-spezifischen Wissens- und Erfahrungsaustauschs zu steigern, soll dies nicht als weitere Aktivität neben der eigentlichen operativen Arbeit etabliert werden. Es sind im Konzept daher Wege aufzuzeigen, wie die erforderlichen Werkzeuge und Vorgehensweisen zur Verbesserung des Engineerings möglichst optimal in den operativen Arbeitsprozess integriert werden können.

3.6 Zusammenfassung

Das vorliegende Kapitel zeigt anhand einer Expertenbefragung und einer Literaturrecherche, dass zahlreiche Weiterentwicklungsbedarfe zur Steigerung von Effizienz und Effektivität im Anlagenengineering in den Unternehmen vorliegen. Gleichzeitig wird deutlich, dass eine Vielzahl an Dokumentationen aus Wissenschaft und Praxis zur Lösung dieser Verbesserungsbedarfe vorhanden sind. Aus diesem Grund wird davon ausgegangen, dass die vorhandenen Lösungen für ihren Einsatz in den Unternehmen weiterentwickelt werden müssen und insbesondere deren Implementierung zu forcieren ist.

Zusätzlich zeigt sich jedoch, dass aufgrund der Rahmenbedingungen die Einführung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering besonders schwierig ist. Dies liegt vor allem an der Vielzahl an Abhängigkeiten in Projekten, den vielen involvierten Fachdisziplinen sowie der Tendenz einer lokalen Optimierung einzelner Gewerke. Aus diesem Grund wurden Anforderungen an einen Lösungsansatz formuliert. Dazu gehören die Förderung eines übergreifenden Wissens- und Erfahrungsaustauschs im Unternehmen, eine Zusammenarbeit aller Interessensgruppen sowie eine Integration dezentraler Erfahrungsträger in die Erarbeitung und Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen. Zusätzlich soll eine zentrale Verantwortung für die Methodenentwicklung im Engineering geschaffen und die unternehmensspezifische Anpassung von Lösungen unterstützt werden.

Die Untersuchung der wichtigsten in den Unternehmen vorhandenen Umsetzungshilfen zeigt, dass kein Ansatz alle Anforderungen vollumfänglich unterstützt. So fehlt bei strategischen Unternehmensinitiativen beispielsweise die dezentrale Integration der Erfahrungsträger und bei den Methoden und Prozessen des Wissensmanagements die übergreifende Zusammenarbeit aller Interessensgruppen. Dagegen können Communities-of-Practice beispielsweise inhaltlich nur sehr schwer gelenkt werden und die Tools des Web 2.0 können ohne geeignete Einbindung in eines der anderen Systeme ihre Wirksamkeit ebenfalls nicht entfalten.

Damit zeigt sich, dass zur Verbesserung des Engineerings ein integrierter Ansatz zur Unterstützung eines Wissens- und Erfahrungsaustauschs zu entwickeln ist. Das Ziel einer erhöhten Effizienz im Anlagenengineering kann nur erreicht werden, wenn eine breite Engineering Community mit einer strategischen Initiative kombiniert wird. Dies ermöglicht zum einen die Integration der dezentralen Wissens- und Erfahrungsträger, zum anderen können die strategisch relevanten Themen gezielt vorangetrieben werden. Damit dieser Ansatz erfolgreich implementiert werden kann, ist die Entwicklung eines Methoden- und Werkzeugbaukastens erforderlich. Dieser beinhaltet verschiedene Analyse-, Problemlösungs- und Bewertungstools. Der dazu verfolgte Lösungsansatz wird daher im weiteren Verlauf der Arbeit als „Engineering Community“ bezeichnet.

4 Entwicklung einer Engineering Community entlang des 7S-Modells

Wie in Kapitel 3 erläutert, ist ein Lösungsansatz zur Unterstützung einer übergreifenden Zusammenarbeit sowie eines Wissens- und Erfahrungsaustauschs im Engineering zu entwickeln. Kern der Lösung ist die Etablierung einer Engineering Community mit dem Ziel einer nachhaltigen Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen im Unternehmen. In den folgenden Abschnitten wird zunächst der Lösungsansatz konzipiert und mit dem 7S-Modell die zugrunde liegende Struktur der Community aufgezeigt. Anschließend wird diese entlang des Modells inhaltlich ausgestaltet.

4.1 Konzeption des Lösungsansatzes

Zur Gestaltung einer übergreifenden und tief im Unternehmen verankerten Engineering Community ist eine geeignete Referenzstruktur erforderlich. Zusätzlich sind die inhaltlichen Schwerpunkte zu einem Gesamtkonzept zu integrieren.

4.1.1 7S-Modell als Referenzstruktur

Das sogenannte 7S-Modell stellt eine umfassende und flexibel anwendbare Struktur zur Ausgestaltung einer übergreifenden Engineering Community bereit. Durch die Anwendung des Modells wird sichergestellt, dass alle relevanten Gestaltungsdimensionen berücksichtigt werden. Abbildung 33 zeigt das Modell bestehend aus sieben miteinander vernetzten Kernvariablen.

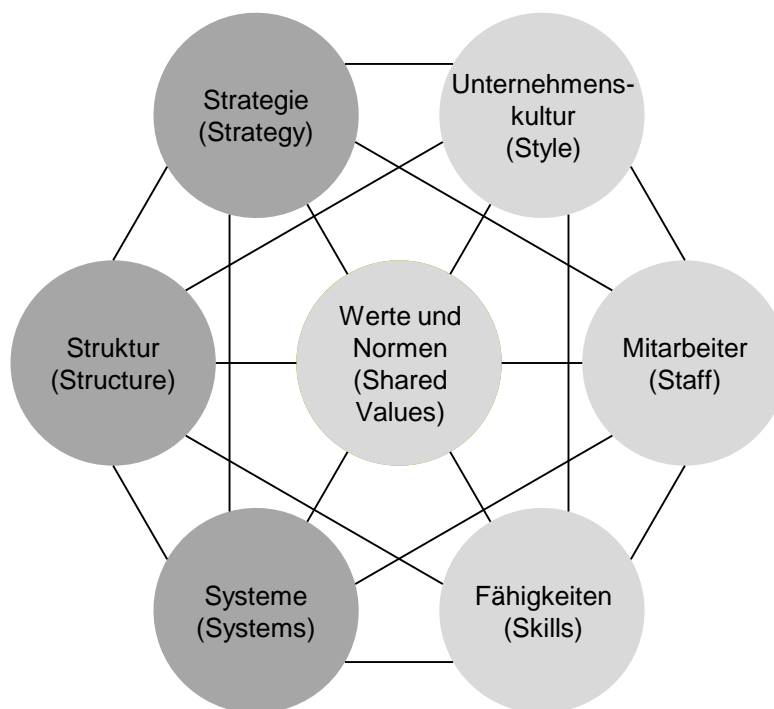


Abbildung 33: 7S-Modell, in Anlehnung an [158]

Hintergrund des Modells

Das 7S-Modell wurde von Waterman, Peters und Philips entwickelt und erstmals in deren Aufsatz „Structure is not organization“ in Business Horizons während ihrer Arbeit bei der Unternehmensberatung McKinsey beschrieben. Ziel dabei war es, Faktoren für den Erfolg eines Unternehmens zu finden, die über die Struktur des Unternehmens hinausgehen. [158]

Das von ihnen entwickelte Framework gliedert sich in sieben sogenannte Kernvariablen, die als wesentlich für die Gestaltung eines Unternehmens angesehen werden und daher geeignete Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung eines Unternehmens darstellen. Das Modell verdeutlicht damit, dass die einzelnen Variablen nicht nur isoliert, sondern immer auch in Abhängigkeit zu den übrigen Variablen zu beachten sind. [159]

Das Modell eignet sich sehr gut als Orientierung für die Ausgestaltung der Engineering Community. Aufgrund der inhaltlichen Breite der Variablen kann sichergestellt werden, dass alle wesentlichen Einflussfaktoren bearbeitet werden. Tabelle 11 gibt einen detaillierten Überblick über das Modell und den Inhalt der Variablen.

Tabelle 11: Variablen des 7S-Modells, in Anlehnung an [159]

Variable	Erläuterung
Strategie (Strategy)	Die Strategie des Unternehmens umfasst alle Maßnahmen zum Erreichen eines nachhaltigen Wettbewerbsvorteils. Dies beinhaltet beispielsweise auch die Verteilung von Ressourcen.
Struktur (Structure)	Unter der Struktur eines Unternehmens wird die Aufbauorganisation verstanden. Daraus ergeben sich Aufgabenverteilung und -delegation sowie Berichtswege.
Systeme (Systems)	Die Systeme stellen den Rahmen für die Prozesse, d.h. die Ablauforganisation des Unternehmens, dar. Dies beinhaltet beispielsweise Informationssysteme, Budgetierung, Fertigungsprozesse, Qualitätskontrolle sowie Controllingsysteme.
Mitarbeiter (Staff)	Kern eines jeden Unternehmens sind die Mitarbeiter. Durch sie wird die Ausgestaltung des Personalwesens, aber auch die demografische Struktur des Unternehmens beeinflusst.
Unternehmenskultur (Style)	Die Kultur des Unternehmens setzt sich aus zwei wesentlichen Elementen zusammen. Einerseits wird eine bestimmte Kultur vom Management vorgelebt oder vorgegeben, andererseits wird die Unternehmenskultur stark aus der Historie eines Unternehmens beeinflusst.
Fähigkeiten (Skills)	Unter Fähigkeiten sind im Rahmen des 7S-Modells die charakteristischen Fähigkeiten, die das Unternehmen als Ganzes am besten beherrscht, gemeint. Das kann beispielsweise Innovation oder Effizienz sein.
Werte und Normen (Shared Values)	Eng verbunden mit den Mitarbeitern sind die gemeinsamen Werte des Unternehmens. Dies beinhaltet ein gemeinsames Verständnis von der weiteren Unternehmensentwicklung. Dazu müssen die Werte von möglichst vielen Mitarbeitern geteilt werden.

Erläuterung der Inhalte und Bedeutung der Variablen

Die sieben Variablen sind klar voneinander abgegrenzt und müssen bei Veränderungsmaßnahmen einer Organisation gleichermaßen beachtet werden. Die oben genannten Variablen des 7S-Modells werden in die sogenannten „weichen“ und „harten“ Variablen unterschieden.

Die harten Variablen (Strategie, Struktur und Systeme) sind dabei „greifbar und im Unternehmen konkret dargelegt“ [159]. Dies können zum Beispiel eine konkret ausgearbeitete Strategie, eine dokumentierte Aufbauorganisation oder die implementierten IT-Systeme sein.

Die vier weiteren Variablen (Mitarbeiter, Unternehmenskultur, Fähigkeiten sowie Werte und Normen) sind im Gegensatz dazu „kaum materiell greifbar“ [159]. Die Unternehmenskultur beispielsweise ist in der Regel über einen längeren Zeitraum entstanden und entwickelt sich aufgrund vielfältiger Einflüsse ständig weiter.

4.1.2 Integration zu einem Gesamtkonzept

Auf Basis der sieben Kernvariablen als grundlegende Gestaltungselemente wird der Community-basierte Ansatz für das Management von Engineering-Methoden zu einen umfassenden Werkzeug- und Methodenbaukasten integriert. Dazu wird für jede der sieben Variablen der inhaltliche Fokus bestimmt und es werden geeignete Werkzeuge und Vorgehensweisen zugeordnet.

So liegt bei der Strategie der inhaltliche Fokus auf der Strategieentwicklung und enthält dazu Werkzeuge und Vorgehensweisen zur Entwicklung einer Community-spezifischen Ausgestaltung von Vision und Mission. Im Bereich der Struktur liegt der Fokus auf der Entwicklung einer Aufbauorganisation und der Integration der Community in das Unternehmen. In das Betrachtungsfeld Systeme fallen sowohl die Ablauforganisation, als auch Kommunikationssysteme und Problemlösungswerkzeuge. Bei der Ablauforganisation liegt der Fokus auf kurz- und langfristigen Problemlösungsprozessen. Zur Gestaltung der Kommunikationssysteme werden Auswahl, Konzeption und Umsetzung aller erforderlichen Kommunikationsmittel beleuchtet. Im Bereich der Problemlösungswerkzeuge liegt der Fokus auf der Entwicklung eines Werkzeugs zur Engineering-spezifischen Identifikation von Verbesserungspotentialen im Unternehmen.

Die vier weichen Variablen fokussieren sich im Bereich der Mitarbeiter auf eine Stakeholderanalyse sowie die Implementierung geeigneter Mitarbeiterbewertungssysteme und im Bereich der Unternehmenskultur auf die Beeinflussung der Kultur und die Förderung der Mitarbeitermotivation. Die weiteren Variablen Fähigkeiten sowie Werte und Normen betonen insbesondere die Analyse der erforderlichen Fähigkeiten und die darauf basierende Entwicklung von Schulungskonzepten. Darüber hinaus wird die Schaffung einer gemeinsamen Basis der Community durch die breit geteilte Vision eines wissensbasierten Unternehmens forciert.

Abbildung 34 zeigt dazu die sieben Variablen, die zugeordneten Inhalte sowie die Werkzeuge und Vorgehensweisen als Übersicht. Die im weiteren Verlauf der Arbeit ausgestalteten Werkzeuge und Vorgehensweisen sind in der Abbildung hellgrau hinterlegt.

7S	Inhalt für Engineering Community	Werkzeuge und Vorgehensweisen	
Strategie	Strategieentwicklung	Vision, Mission	Unternehmensziele, strategische Programme
Struktur	Aufbauorganisation	Verankerung im Unternehmen, Aufbau der Engineering Community	
Systeme	Ablauforganisation	Problemlösungsprozesse (langfristig, kurzfristig)	
	Kommunikationssysteme	Web 2.0-Anwendungen, Soziale Netzwerke, Contentmanagement, Dokumentenmanagement	
	Problemlösungswerkzeuge	VDI 3695	CMMI, SPICE, Six Sigma
Mitarbeiter	Integration der Mitarbeiter	Stakeholderanalyse, Bewertungssysteme für Mitarbeiter	
Unternehmenskultur	Schaffung einer Wissenskultur	Beeinflussung der Unternehmenskultur, Mitarbeitermotivation	
Fähigkeiten	Bereitstellung der erforderlichen Fähigkeiten	Analyse der Fähigkeiten, Schulungskonzepte	
Werte und Normen	Gemeinsame Basis der Community	Übergreifende Vision eines wissensbasierten Unternehmens	

Abbildung 34: Gestaltungsdimensionen und Inhalte der Engineering Community

4.2 Strategie

Die Strategie ist im 7S-Modell eine zentrale Dimension, da sich die Ausgestaltung der weiteren Dimensionen, insbesondere die Struktur, danach richten. Dies hat Alfred Chandler mit „structure follows strategy“ bereits 1962 beschrieben [158][160]. Die

folgenden Abschnitte gehen daher detaillierter auf die Strategieentwicklung ein und zeigen einen Strategievorschlag für die Engineering Community auf. Die dabei entwickelte Strategie der Engineering Community ist mit der jeweiligen Unternehmensstrategie abzustimmen.

4.2.1 Relevante Strategieansätze

Im Rahmen der Strategieentwicklung können grundsätzlich marktorientierte und ressourcenorientierte Strategieansätze voneinander unterschieden werden. Marktorientierte Strategieansätze (sogenannte Market-Based View) betrachten die Stellung eines Unternehmens im Markt als Haupteinflussfaktor für den Unternehmenserfolg. Das heißt, dass ein auf die dauerhaft gegebenen Industriestrukturmerkmale abgestimmtes Verhalten des Unternehmens den Erfolg determiniert. Tabelle 12 gibt einen Überblick über Erklärungsmodelle marktorientierter Strategieansätze. [161]

Tabelle 12: Marktorientierte Strategieansätze, in Anlehnung an [161]

Erklärungsmodelle Marktorientierung	Beispiele
Einfluss der Branchenstruktur	Porter: Five-Forces Modell [22]
Unternehmenspositionierung und strategische Übereinstimmung	Fiegenbaum / Hart: Strategic Reference Point Theory [162]
Strategische Erfolgsfaktoren	Leidecker / Bruno: Critical Success Factors [163]

Im Gegensatz zu den marktorientierten Strategieansätzen geht die ressourcenorientierte Sichtweise (sogenannte Resource-Based View) davon aus, dass insbesondere die Ressourcenausstattung eines Unternehmens sowie die Art und Weise des Einsatzes der vorhandenen Ressourcen oder des Aufbaus bzw. Erwerbs neuer Ressourcen den Unternehmenserfolg bestimmt. Damit werden Leistungsunterschiede zwischen Unternehmen nicht über externe, sondern über unternehmensinterne Faktoren erklärt. Die Inhalte der ressourcenorientierten Strategieansätze sind dabei, neben den Ressourcen selbst, insbesondere (Kern-)Kompetenzen, organisationale Routinen oder (dynamische) Fähigkeiten. [161]

Neben der marktorientierten und der ressourcenorientierten Perspektive hat sich mit der relationalen Perspektive (sogenannte Relational View) ein weiterer Erklärungsansatz entwickelt. Die relationale Perspektive sieht das Beziehungsgeflecht zwischen Unternehmen als Grundlage für einen Wettbewerbsvorteil an. Dabei werden durch Wissensaustausch, synergetische Ressourcennutzung oder durch eine abgestimmte überbetriebliche Prozessorganisation Markteintrittsbarrieren für neue Wettbewerber geschaffen. Tabelle 13 zeigt die drei Perspektiven im Vergleich. [164][165]

Tabelle 13: Vergleich der marktorientierten, ressourcenorientierten und relationalen Perspektive, in Anlehnung an [164]

Dimension	Marktorientierte Perspektive	Ressourcenorientierte Perspektive	Relationale Perspektive
Betrachtungsebene	Branche	Unternehmen	Netzwerk
Quellen zur Generierung überdurchschnittlicher Unternehmenserfolge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Attraktivität der Branchenstruktur ▪ Individuelle Positionierung in der Branche 	Ressourcen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Physische ▪ Humane ▪ Technologische ▪ Finanzielle ▪ Immaterielle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unternehmensübergreifende Investitionen ▪ Wissensaustausch ▪ Synergetische Ressourcennutzung ▪ Abgestimmte überbetriebliche Prozessorganisation
Mechanismen zur Erfolgserreichung	Markteintrittsbarrieren	Nichtimitierbarkeit der Kompetenzen	Markteintrittsbarrieren
Kontrolle über den Renten generierenden Prozess	Branchenmitglieder	Einzelnes Unternehmen	Netzwerk

Mit Fokus auf ein einzelnes Unternehmen sind für die Berücksichtigung des Wissensmanagements im Unternehmen insbesondere Bestandteile der Ressourcenorientierung zu berücksichtigen. Zur Förderung des Wissensmanagements im Anlagenengineering in Form der Engineering Community ist auf dieser Basis eine eigene Strategie für die Engineering Community zu entwickeln.

Entwicklungsstufen einer Strategie stellen die Formulierung einer Vision, einer Mission sowie die abschließende Ableitung messbarer Unternehmensziele dar. Die eigentliche Umsetzung erfolgt in der Regel in Form strategischer Programme. Abbildung 35 zeigt die Entwicklungsstufen einer Strategie auf.

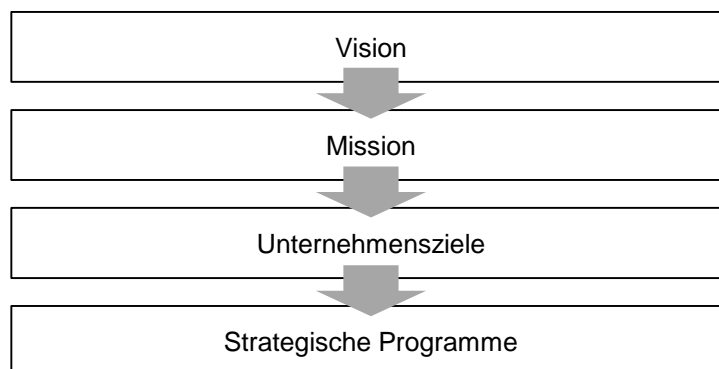


Abbildung 35: Entwicklungsstufen der Strategie, in Anlehnung an [166]

Die Vision stellt die erste Entwicklungsstufe einer Strategie dar. Sie ist eine langfristige, richtungsweisende und normative Formulierung eines zukünftigen Zielzustands. Die Vision ist somit die Leitidee zur weiteren Entwicklung des Unternehmens. [167][168]

Die Mission stellt einen zentralen Handlungsrahmen für das entsprechende Vorhaben dar und legt dazu Grundsätze beispielsweise für die Wertschöpfung, den Umgang mit Mitarbeitern und Kunden fest. Die Mission ist somit ein Hilfsmittel zur Steuerung des Unternehmens und dient der Grundorientierung des strategischen und operativen Managements. [169][168]

Die Ableitung konkreter Unternehmensziele und die Etablierung strategischer Programme zur Umsetzung von Vision und Mission werden an dieser Stelle nicht weiter vertieft. Grund hierfür ist, dass die Formulierung von Zielen besonders unternehmensspezifisch ist und die organisatorische Umsetzung in Abschnitt 4.3 weiter detailliert wird.

4.2.2 Strategie der Engineering Community

Als Basis der Entwicklung einer Strategie für die Engineering Community dienen somit die Formulierung einer geeigneten Vision und Mission. Dabei sind entsprechend des ressourcenorientierten Strategieansatzes wesentliche Elemente in die Vision und Mission zu integrieren.

Vision

Auf Basis der Anforderungen an die Engineering Community sowie vor dem Hintergrund eines ressourcenorientierten Strategieansatzes wurde eine geeignete Vision entwickelt. Dazu wurden aus dem zugrunde liegenden und in Abschnitt 4.2.1 erläuterten ressourcenorientierten Strategieansatz insbesondere die für den Aufbau einer Engineering Community relevanten Aspekte Kernkompetenzen, organisationale Routinen und Fähigkeiten integriert. Zusätzlich sind aus den in Abschnitt 3.5 formulierten Anforderungen an den hier beschriebenen Lösungsansatz die Faktoren der strategischen Bedeutung des Vorhabens sowie das Ziel einer Erhöhung von Effizienz und Effektivität des Engineerings in die Entwicklung der Vision eingeflossen.

Daraus wurde im Anschluss eine aggregierte Vision entwickelt und mit mehreren Fachexperten diskutiert. Der folgende Satz stellt somit eine Vision für die Engineering Community dar.

Die Engineering Community ist die zentrale Kompetenz im Unternehmen zur Steigerung von Effizienz und Effektivität durch Methodeneinsatz im Engineering

Damit enthält die Vision drei zentrale Elemente zur Ausrichtung der Community: die Etablierung der Community als zentrale Kompetenz im Unternehmen, die klare Aus-

richtung auf die Steigerung von Effizienz und Effektivität sowie der inhaltliche Fokus auf den Methodeneinsatz im Engineering.

Zentrale Kompetenz

Die Engineering Community ist den Mitarbeitern des Unternehmens als Kompetenzstelle bekannt. Dies bedeutet, dass eine Mitarbeit in der Community eine hohe Anerkennung für Mitarbeiter bedeutet. Gleichzeitig ist die Nutzung der Ergebnisse der Community hoch angesehen.

Steigerung von Effizienz und Effektivität

Ziel der Aktivitäten der Community ist langfristig immer der Fokus auf eine Effizienzsteigerung. Dies können konkrete Maßnahmen, aber auch die Grundlagen dazu sein. Gleichzeitig wird auf die Effektivität geachtet. Damit stehen die Optimierung von Zeit, Kosten und Qualität in Engineering-Projekten im Vordergrund der Aktivitäten.

Methodeneinsatz

Die Engineering Community zielt auf den Methodeneinsatz im Engineering ab und ist dazu die zentrale Anlaufstelle im Unternehmen. Dies bedeutet, dass die Lösung konkreter technischer Probleme nicht Gegenstand der Community ist. Unter den Methodeneinsatz fallen, wie bereits in Abschnitt 3.2.2 dargestellt, beispielsweise Vorgehensweisen zur Standardisierung und Modularisierung im Engineering, Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter, durchgängiger Einsatz von digitalen Planungswerkzeugen oder eine optimale standortübergreifende Zusammenarbeit.

Mission

Basierend auf den Vorgaben der ressourcenorientierten Vision und als Orientierung zur deren Umsetzung wurde eine passende Mission für die Engineering Community formuliert. Analog zur Entwicklung der Vision wurden auch hier insbesondere die in Abschnitt 3.5 formulierten Anforderungen berücksichtigt. Dazu gehört insbesondere die Operationalisierung der Verbesserungsmaßnahmen im Engineering über die Entwicklung und Implementierung von Engineering-Methoden sowie die Bereitstellung aller technischen und organisatorischen Voraussetzung mit Hilfe eines umfassenden Werkzeug- und Methodenbaukastens.

Die daraus aggregierte Mission wurde ebenfalls mit mehreren Fachexperten diskutiert und verfeinert. Der folgende Satz stellt somit die Mission der Engineering Community dar.

Die Engineering Community fördert die Bedeutung des Engineerings für das Unternehmen auf Basis eines gemeinsamen Verständnisses und entwickelt und implementiert erfolgsversprechende Engineering-Methoden. Dazu wird die Community durch moderne Werkzeuge und eine effiziente Organisation unterstützt.

Somit besteht die Mission aus folgenden Aspekten: Förderung der Bedeutung des Engineerings, Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses, Entwicklung und Implementierung von Engineering-Methoden sowie Realisierung moderner Werkzeuge und einer effizienten Organisation.

Förderung der Bedeutung des Engineerings

Wie bereits in Abschnitt 2.3.3 gezeigt, kommt dem Engineering in vielen Unternehmen lediglich eine untergeordnete Stellung zu. Da jedoch im Engineering die technische Ausgestaltung der kundenspezifischen Lösungen entsteht, werden dort in sehr hohem Maße Zeit, Kosten und Qualität eines Projekts determiniert. Damit stellt das Engineering einen wesentlichen Erfolgsfaktor im Projektgeschäft dar. Nur wenn dies sowohl den Ingenieuren selbst, als auch ihrem Umfeld bewusst ist, kann eine starke Community entstehen, die mit ausreichend Ressourcen und motivierten Mitgliedern ausgestattet ist. Damit ist die Kommunikation der Bedeutung des Engineerings im Unternehmen wichtig für den Zusammenhalt und die Motivation der Community.

Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses

Da die Engineering Community eine möglichst breite Basis im Unternehmen braucht, muss ein einheitliches Verständnis vom Engineering erzeugt werden. Nur dann kann es gelingen, eine Community aufzubauen, in der sich Vertreter aus verschiedenen Unternehmensbereichen wiederfinden und dort gemeinsam an Lösungen arbeiten.

Entwicklung und Implementierung von Engineering-Methoden

Der Methodeneinsatz im Engineering wird in der Vision als zentrale Leitlinie ausgegeben. In der Mission wird dies weiter spezifiziert. Die Engineering Community soll insbesondere Methoden weiterentwickeln und deren Implementierung im Unternehmen forcieren.

Realisierung moderner Werkzeuge und einer effizienten Organisation

Zentrale Voraussetzung für das Funktionieren der Engineering Community ist die Bereitstellung einer geeigneten Infrastruktur. Dazu gehören die technischen Hilfsmittel genauso wie eine funktionierende Organisation. Die Schaffung und Weiterentwicklung aller technischen und organisatorischen Voraussetzungen ist somit wichtige und andauernde Aufgabe der Engineering Community.

4.3 Struktur

Die Aufbauorganisation (Struktur) soll die Umsetzung der Strategie der Engineering Community unterstützen. Dabei sind zwei Aspekte zu beachten: erstens die Aufbauorganisation der Engineering Community selbst, zweitens die Verankerung der Engineering Community innerhalb der bestehenden Unternehmensorganisation.

4.3.1 Aufbauorganisation der Engineering Community

Für die Community ist eine geeignete Aufbauorganisation zu etablieren, die den in Abschnitt 3.5 formulierten Anforderungen entspricht. Demnach muss die Aufbauorganisation eine enge inhaltliche Zusammenarbeit und einen Austausch von Fachwissen zwischen den Engineering-Einheiten des Unternehmens zu unterstützen, gleichzeitig soll die Engineering-Leitung der Community klare Leitlinien zur Weiterentwicklung und zur Implementierung von Engineering-Methoden setzen können. Damit ist die Integration einer bottom-up getriebenen Community und einer top-down strukturierten Unternehmensinitiative erforderlich.

Abbildung 36 zeigt die dazu entwickelte Aufbauorganisation der Engineering Community im Überblick. In den folgenden Abschnitten wird dazu näher auf die beiden Kernelemente Top-down-Initiative und Bottom-up-Community eingegangen.

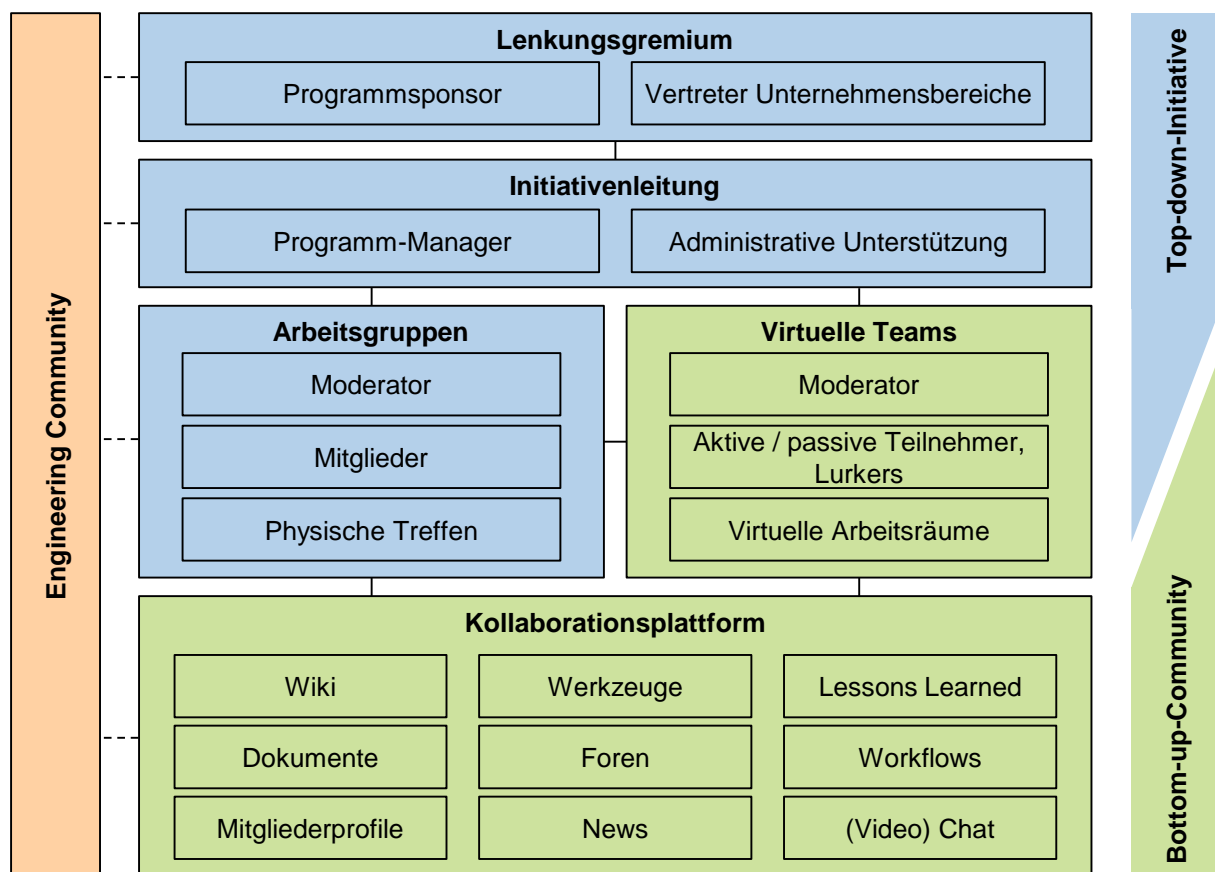


Abbildung 36: Aufbauorganisation der Engineering Community

Top-down-Initiative

Die Top-down-Initiative beinhaltet die Elemente Arbeitsgruppen, Initiativenleitung und Lenkungsgremium. Grundlage für diese Strukturierung bildet die Organisation strategischer Programme nach Menz et al. Dieser Ansatz beinhaltet ursprünglich ein Programm-Management-Office, einen Programm-Lenkungs-ausschuss, einzelne Initiati-

ven-Teams sowie einen Programmbeirat und spiegelt damit die Struktur herkömmlicher Unternehmensprogramme wider. [102]

Die wichtigsten Elemente werden in das Konzept der Engineering Community übernommen. Zentrales Element der Engineering Community sind dabei die einzelnen Arbeitsgruppen zur Arbeit an konkreten Engineering-Methoden. Dies erfolgt jeweils unter der Verantwortlichkeit eines Moderators. Die Steuerung der Moderatoren sowie die Zieldefinition erfolgt durch einen Initiativenleiter (Programm-Manager) als zentralem Koordinator. Dieser erhält inhaltliche Impulse vom Lenkungsgremium. Die einzelnen Elemente der entworfenen Aufbauorganisation werden anhand ihrer Aufgaben, ihrer personellen Zusammensetzung sowie ihrer Verantwortlichkeiten in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

Arbeitsgruppen

Hauptaufgabe der Arbeitsgruppen ist es, die inhaltliche Erarbeitung und die unternehmensspezifische Weiterentwicklung von Engineering-Methoden zu leisten. Das bedeutet, es sind möglichst viele Erfahrungen zu sammeln, Best-Practices zu diskutieren und daraus Engineering-spezifische Lösungsansätze zu entwickeln. Dabei sind die Ergebnisse zu dokumentieren und einem breiten Nutzerkreis zugänglich zu machen. Zusätzlich sollen die Mitglieder der Arbeitsgruppen als Multiplikatoren die Erkenntnisse weitertragen. Ergebnis der Arbeit sind konkrete Vorgehensbeschreibungen sowie Werkzeuge, um die Implementierung und Anwendung der Methoden im Unternehmen zu fördern.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppen setzen sich aus einer möglichst umfassenden Bandbreite an Erfahrungs- und Bedarfsträgern zum jeweiligen Arbeitsthema zusammen. Geführt werden die Mitglieder durch einen Moderator und ggf. zusätzlich unterstützt durch externe Partner. Die Beteiligung der Mitarbeiter an einer solchen Arbeitsgruppe erfolgt dabei freiwillig und somit auf Basis eines zu erwartenden Nutzens aus der Methodenarbeit am jeweiligen Thema.

Initiativenleitung

Der Initiativenleiter (Programm-Manager) koordiniert die einzelnen Arbeitsgruppen, gibt einen konkreten Zielhorizont vor und überprüft den Fortschritt in regelmäßigen Abständen. Zusätzlich muss die Initiativenleitung die Arbeitsgruppen durch eine geeignete Infrastruktur unterstützen. Dazu gehören die Bereitstellung einer gemeinsamen Arbeits- und Kommunikationsplattform, das Aufbringen der erforderlichen finanziellen Ressourcen für die Moderatoren sowie die Durchführung von Kommunikationsmaßnahmen.

Die Initiativenleitung besteht aus dem Initiativenleiter sowie einer administrativen Unterstützung. Sowohl Initiativenleiter als auch Administration werden explizit dafür eingesetzt. Der Initiativenleiter wird vom Sponsor der Community benannt und ist

somit gegenüber dem Sponsor verantwortlich für den Erfolg der Initiative und ihrer einzelnen Arbeitsgruppen.

Lenkungsgremium

Das Lenkungsgremium soll auf Management-Ebene möglichst unterschiedliche und bedeutende Engineering-Einheiten abbilden. Die Mitglieder des Lenkungsgremiums werden dazu vom Sponsor dazu eingeladen. Aufgabe des Lenkungsgremiums ist es, die strategische Ausrichtung der Community festzulegen und die Zielerreichung regelmäßig zu kontrollieren. Zusätzlich sollen die Mitglieder des Lenkungsgremiums als Multiplikatoren dienen und ihre eigenen Mitarbeiter zur Beteiligung an den Aktivitäten der Community motivieren. Ein Treffen des Lenkungsgremiums zweimal pro Jahr wird dabei als optimal angesehen, um einerseits den aktuellen Arbeitsfortschritt zu überprüfen und andererseits Entwicklungen in den Engineering-Einheiten in die inhaltliche Ausrichtung der Arbeitsgruppen und somit in die Vorgabe der Zielhorizonte einfließen zu lassen.

Bottom-up-Community

Neben der sehr formellen und top-down getriebenen Struktur wird die Aufbauorganisation um die bottom-up getriebene Community ergänzt. Dabei können die dezentralen Erfahrungsträger im Rahmen virtueller Teams in die Erarbeitung effizienter Engineering-Methoden integriert werden. Gleichzeitig wird eine umfassende Kollaborationsplattform als wichtiges Element der Community bereitgestellt.

Virtuelle Teams

Die virtuellen Teams sind grundsätzlich vergleichbar strukturiert wie die Arbeitsgruppen der Community. Ein Moderator sorgt dabei für eine zielgerichtete Arbeit innerhalb eines Teams und organisiert die Zusammenarbeit. Dazu werden virtuelle Projekt Räume über die Kollaborationsplattform bereitgehalten. Die Mitglieder in den Teams können sich aktiv, aber auch passiv beteiligen und ihre Fähigkeiten und Erfahrungen bereitstellen, bzw. von den Ergebnissen profitieren. Gleichzeitig ist mit einer hohen Anzahl sogenannter „Lurkers“ zu rechnen. Diese Teilnehmer beobachten die Aktivitäten in einem virtuellen Arbeitsraum und warten auf für sie interessante Inhalte oder Ergebnisse [170].

Kollaborationsplattform

Zur Einbindung der Community dient eine umfassende Kollaborationsplattform. Damit wird sichergestellt, dass alle Mitglieder der Community die für sie relevanten Informationen auffinden, ihre Erfahrungen zur Verfügung stellen können, aber auch aktiv in den Arbeitsgruppen und virtuellen Teams mitarbeiten können. Auf die genauen Inhalte der Plattform wird in Abschnitt 4.4.2 detailliert eingegangen.

4.3.2 Verankerung der Engineering Community im Unternehmen

Neben der Aufbauorganisation der Engineering Community selbst ist diese auf geeignete Art und Weise im Unternehmen zu verankern. Dabei ist die Community im Rahmen ihrer Etablierung zunächst als Projekt aufzusetzen und später in eine dauerhafte Einrichtung des Unternehmens zu überführen. Zusätzlich sind aufgrund des Wissenscharakters zahlreiche Akteure des Unternehmens einzubeziehen. Aus diesen Gründen ist eine Projektorganisation zu wählen.

In Abhängigkeit von Projektgröße und -bedeutung sowie Schnittstellenanzahl und -bedeutung werden, wie in Abbildung 37 dargestellt, jedoch bestimmte Ausprägungsarten einer Projektorganisation empfohlen. [171]

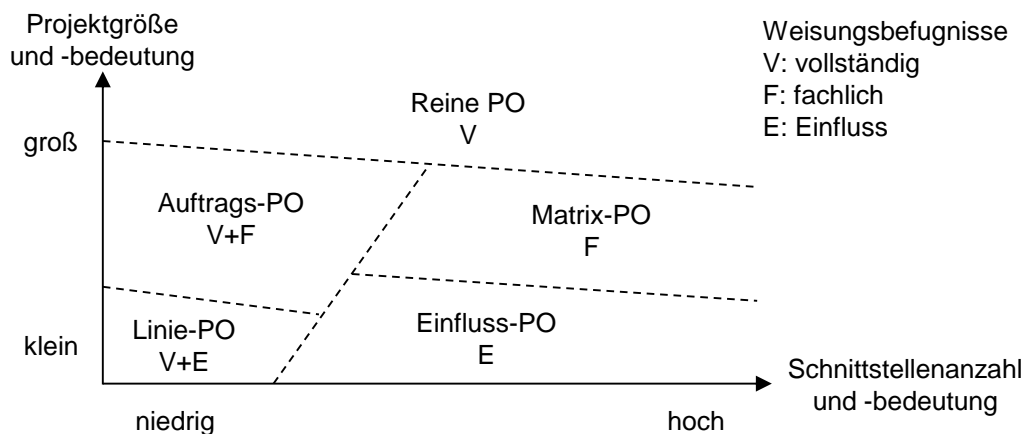


Abbildung 37: Abhängigkeit der Organisationsform von Projektgröße und Schnittstellen, in Anlehnung an [171]

Bei der Engineering Community handelt es sich um ein Vorhaben mit sehr hoher Anzahl an Schnittstellen, da das gesamte erforderliche Wissen sehr dezentral bei den Mitarbeitern der Engineering-Teams liegt. Die Größe des Projekts ist jedoch aufgrund weniger klar zugeordneter Mitarbeiter (Initiativenleitung, Moderatoren) als eher klein anzusehen. Entsprechend der Systematik in Abbildung 37 ist daher eine Einfluss-Projektorganisation zu wählen. Diese sollte mit ausreichend Autorität der Unternehmensführung ausgestattet sein, muss sich jedoch gleichzeitig eng mit der Leitung der Engineering-Einheiten abstimmen, um die Unterstützung der Mitarbeiter zu erhalten.

4.4 Systeme

Die Systeme bilden die eigentliche Arbeitsumgebung der Engineering Community. Die folgenden Abschnitte stellen daher die entworfene Ablauforganisation sowie die dazu entwickelten Kommunikations- und Problemlösungswerkzeuge detailliert dar.

4.4.1 Ablauforganisation

Zentrales System für die Methodenarbeit der Engineering Community ist eine effiziente und effektive Ablauforganisation. Diese bestimmt die Art und Weise, wie die Community arbeitet. Die Ablauforganisation bezieht sich an dieser Stelle auf zwei Ebenen. Dies ist zum einen die strukturierte und top-down getriebene die Erarbeitung und Implementierung von effizienten Engineering-Methoden. Zum anderen ist dies der offene und somit community-zentrierte Wissens- und Erfahrungsaustausch, insbesondere unterstützt über die gemeinsame Community-Plattform.

Top-down getriebene Erarbeitung von Engineering-Methoden

Die Aufgaben der Arbeitsgruppen bilden den Rahmen für die Erarbeitung von Methoden zur Effizienzsteigerung im Engineering. Dabei sind von der Themenidentifikation, über die Wissenssammlung und Wissensaggregation, bis hin zur Veröffentlichung der Ergebnisse alle wesentlichen Interessensgruppen eng mit eingebunden. Dazu gehören die Engineering-Leiter als Mitglieder des Lenkungsorgans und alle anderen interessierten Mitarbeiter, um ihre Anregungen in die Ausgestaltung mit einfließen zu lassen. Nur dadurch kann eine Community geschaffen werden, die einerseits die Mitarbeiter dezentral einbindet und andererseits klaren Vorstellungen zur Ausrichtung des Engineerings folgt.

Zur strukturierten Erarbeitung und Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering wurde ein Prozess entworfen, der sich am Vorgehen entlang des PDCA (Plan, Do, Check, Act)-Zyklus orientiert und alle wichtigen Interessensgruppen einbindet. Der entsprechende Prozess ist in Abbildung 38 dargestellt und wird in den folgenden Abschnitten schrittweise erläutert.

Schritt 1: Themenidentifikation und Themenauswahl

In die Identifikation und Auswahl der im Rahmen von Arbeitsgruppen zu bearbeitenden Themen wird sowohl die Engineering-Leitung als auch die Community eng eingebunden. Damit wird zum einen die langfristige strategische Ausrichtung der Engineering-Einheiten berücksichtigt, andererseits können für die Community wichtige Themen bearbeitet und deren Akzeptanz gesteigert werden.

Die Themenidentifikation durch die Engineering-Leitung ist im Rahmen der Treffen des Lenkungsorgans zu etablieren und im Workshop-Charakter durchzuführen. Im Vorfeld können intensive Diskussionen zwischen Initiativenleitung und Engineering-Leitung die Vorbereitung unterstützen. Insgesamt sollen 50 % der im Rahmen der Arbeitsgruppen zu bearbeitenden Themen von der Engineering-Leitung angestoßen werden.

Die anderen 50 % der Projekte stammen direkt aus der Community. Dazu ist ein geeignetes Bewerbungsverfahren zu initiieren. So muss der Initiator eines Themas dieses beschreiben und Unterstützer aus möglichst zahlreichen Engineering-Einheiten des Unternehmens gewinnen. Zugleich muss über eine Aufwandsschät-

zung sichergestellt werden, dass 50 % des zu erwartenden Arbeitsaufwands durch Beiträge aus den Unternehmenseinheiten abgedeckt werden. Dies kann beispielsweise über die aktive Mitarbeit in Workshops und das Einbringen von Erfahrungen realisiert werden. Die endgültige Auswahl der Projekte aus der Community erfolgt anschließend durch eine Begutachtung des Projektvorschlags und einer darauf basierenden Bewertung über ein Punkteverfahren.

Damit werden im Rahmen der Themenidentifikation und –auswahl zu gleichen Teilen die Interessen der Engineering-Leitung als auch der Community berücksichtigt. Die Themenidentifikation folgt somit dem Ansatz der Integration einer top-down getriebenen Initiative und einer bottom-up gewachsenen Community.

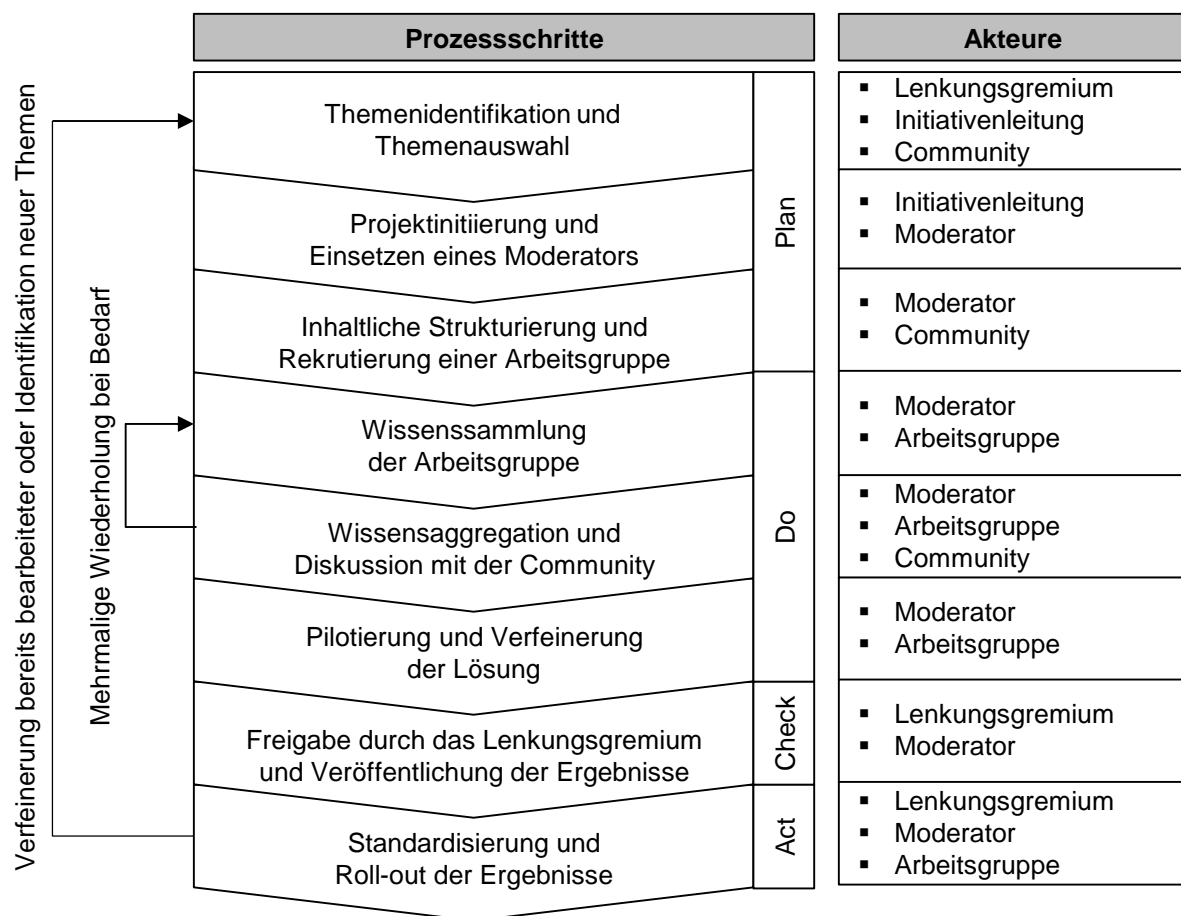


Abbildung 38: Prozess zur Erarbeitung von effizienten Engineering-Methoden

Schritt 2: Projektinitiierung und Einsetzen eines Moderators

Damit die ausgewählten Themen zielgerichtet durch die Community und unter Führung eines Moderators bearbeitet werden können, ist die Einrichtung der einzelnen Arbeitsgruppen erforderlich. Dazu werden Moderatoren von der Initiativenleitung benannt und mit Zielvorgaben sowie den erforderlichen Ressourcen ausgestattet. Die Moderatoren sind für die inhaltlichen Ergebnisse ihrer Arbeitsgruppen verant-

wortlich. Dazu forcieren sie eine effiziente Zusammenarbeit der Arbeitsgruppe und nehmen gegebenenfalls weitere Partner hinzu. Wichtige Aufgabe der Moderatoren ist insbesondere die regelmäßige Aggregation und Aufbereitung der Ergebnisse.

Schritt 3: Inhaltliche Strukturierung und Rekrutierung einer Arbeitsgruppe

Zur Rekrutierung einer Arbeitsgruppe ist die inhaltliche Strukturierung des Themas und des Zielhorizonts wichtig. Die Rekrutierung einer Arbeitsgruppe kann auf verschiedene Wege erfolgen. Das Thema kann dazu auf Treffen der Community vorgestellt werden, es ist kann aber auch im Rahmen eines rein virtuellen Treffens oder über ein soziales Netzwerk des Unternehmens organisiert werden. Da die Mitglieder der Arbeitsgruppe grundsätzlich freiwillig mitarbeiten, können diese nur begeistert werden, wenn ein Arbeitsthema gut vorstrukturiert ist und einen zu erwartenden Nutzen aufweist. Bei den zur Mitarbeit gewonnenen Mitgliedern handelt es sich um besonders engagierte und damit sehr wertvolle Mitglieder der Engineering Community. Die gesamte Durchführung kann je nach Arbeitsthema und Moderator rein offline, aber auch komplett virtuell organisiert sein. Dazu sind über die Kollaborationsplattform die entsprechenden Tools bereitzuhalten. Grundsätzlich gilt jedoch, dass die Dokumentation der Arbeitsgruppen über die Plattform erfolgen soll, um die (Zwischen-)Ergebnisse allen Mitarbeitern zugänglich zu machen.

Schritt 4: Wissenssammlung der Arbeitsgruppe

Zur Wissenssammlung können ebenfalls verschiedene Werkzeuge verwendet werden. Dies kann entweder sehr konventionell im Rahmen von Workshops erfolgen, je nach Thema kann die Sammlung des Wissen aber auch über sogenannte Lessons Learned, Q&A oder Wikis erfolgen. Über die Initiativenleitung sind dazu entsprechende Tools oder Templates bereitzuhalten.

Schritt 5: Wissensaggregation und Diskussion mit der Community

Die durch inhaltliche Arbeit, Wissenssammlung und Diskussion entstandenen Fragmente werden durch den Moderator aggregiert und zu Methoden weiterentwickelt. Dies steigert die Motivation der Arbeitsgruppe, da sich deren Mitglieder vor dem Hintergrund ihrer freiwilligen Teilnahme auf die inhaltlich wertvollen Beiträge beschränken können. Damit die entwickelten Lösungen breite Zustimmung finden, sind sie regelmäßig mit der Community zu diskutieren. Dazu können wiederum die verschiedenen Werkzeuge der Kollaborationsplattform (virtueller Projektraum, Chat, Wiki) verwendet werden. Die dadurch gesteigerte Akzeptanz ist insbesondere vor dem Hintergrund einer geplanten Implementierung der Lösungen im Unternehmen äußerst wichtig.

Schritt 6: Pilotierung und Verfeinerung der Lösung

Zum Testen der Methoden innerhalb der Organisation ist eine Pilotierung erforderlich. Nur so werden erste Erfahrungen aus der Anwendung der Methoden oder

Werkzeuge gewonnen und es kann eine gute Basis zur nachhaltigen Verbesserung des Engineerings geschaffen werden.

Schritt 7: Freigabe durch das Lenkungsgremium und Veröffentlichung der Ergebnisse

Nach der Pilotierung der Lösung erfolgt die Freigabe durch das Lenkungsgremium. Damit wird sichergestellt, dass die Ergebnisse von den Führungskräften des Engineerings akzeptiert werden und eine Implementierung forciert wird. Zusätzlich wird dabei eine weitere Kontrolle der Qualität der Ergebnisse vorgenommen.

Schritt 8: Roll-out und Standardisierung

Im letzten Schritt erfolgt die Verbreitung der erarbeiteten Lösung in möglichst allen relevanten Engineering-Einheiten. Damit soll das Engineering „Best-Practice“ als Standard etabliert werden und damit zur nachhaltigen Verbesserung beitragen. Wichtig ist dabei die laufende Dokumentation des Implementierungsfortschritts, um eine reibungsfreie Einführung der Methoden zu gewährleisten. Auch hier soll in den Arbeitsgruppen der Fortschritt und gewonnene Erfahrungen geteilt werden. Zeigt sich wesentlicher Weiterentwicklungsbedarf der erarbeiteten Lösung, so kann ein Thema neu aufgesetzt und der Prozess nochmals durchlaufen werden.

Community-zentrierter Methodenaustausch

Neben der strukturierten und eher langfristig angesetzten Bearbeitung von Engineering-Methoden ist es wichtig, einen sehr schnellen und unkomplizierten Wissens- und Erfahrungsaustausch innerhalb der Community zu realisieren. Dadurch wird den Mitgliedern der Community ein sehr viel unmittelbarer Nutzen geschaffen. Dazu sind insbesondere drei Elemente zu realisieren: der Aufbau eines Experten- und Kompetenznetzwerks, die bedarfsgesteuerte Diskussion über ein Engineering-Forum sowie die Bildung von Unter-Communities zum themenspezifischen Wissensaustausch.

Aufbau eines Experten- und Kompetenznetzwerks

Zum Aufbau eines Experten- und Kompetenznetzwerks können die Mitglieder der Community eigene Kompetenzprofile erstellen. Neben der Eintragung von Fachkompetenzen wird darüber auch auf die bisherige Beteiligung an der Arbeit der Community verwiesen. Dies beinhaltet insbesondere die Beiträge zu veröffentlichten Engineering-Methoden, Diskussion in Foren sowie die Teilnahme an Arbeitsgruppen. Auf dieser Basis kann auf das dadurch entstehende Expertennetzwerk bei Bedarf zurückgegriffen werden.

Realisierung eines Engineering-Forums

Ein weiterer Bestandteil des community-zentrierten Methodenaustauschs ist die Realisierung eines Engineering-Forums. Hier kann eine große Breite wesentlicher Engineering-Themen adressiert und diskutiert werden. Wichtig ist dabei jedoch die

Unterstützung durch einen Moderator. Die Initiativen-Leitung soll sicherstellen, dass die Diskussionen zielgerichtet ablaufen. Aus diesem Grund ist die aktive Mitarbeit eines Moderators im Engineering-Forum von hoher Bedeutung.

Bei Bedarf kann ein Community-Mitglied eine Diskussion auch in eine moderierte Expertenrunde überführen. Hier können besonders engagierte Mitglieder der Community die Unterstützung eines Moderators in Anspruch nehmen.

Initiierung von Unter-Communities zum themenspezifischen Austausch

Zentraler Baustein eines themenspezifischen Austauschs ist die Initiierung von Unter-Communities zur vertieften Themensammlung. Der Aufbau einer Unter-Community ist dabei an einige Kriterien gebunden und kann beispielsweise die Vorstufe zu einer regulären Arbeitsgruppe bilden. Die Kriterien sind in Tabelle 14 aufgelistet und sollen sicherstellen, dass ein Fokus auf übergreifende Engineering-Methoden bestehen bleibt.

Tabelle 14: Auswahl-Kriterien

Kriterium	Erklärung
Methode	Die Unter-Community bezieht sich auf eine Engineering-spezifische Methode zur Erreichung eines Ziels.
Übergeordnete Fragestellung	Es handelt sich um eine übergeordnete Fragestellung und bezieht sich nicht auf ein konkretes technisches Problem.
Wiederholcharakter	Die Fragestellung bzw. zu erwartende Lösung kann potentiell auch in verschiedenen Engineering-Einheiten auftreten.

Die Aufgabe des Initiators einer solchen Unter-Community ist dabei das zugrunde liegende Themenfeld und das Ziel der Unter-Community möglichst exakt zu beschreiben. Wurden die beschriebenen Kriterien eingehalten, so wird eine Unter-Community von der Initiativen-Leitung angelegt und ebenfalls durch einen Moderator begleitet.

Damit im Laufe der Zeit nicht „leere“ Communities entstehen, können Unter-Communities durch die Moderatoren wieder geschlossen werden. Dazu werden folgende Abbruchkriterien festgelegt:

- Keine neuen Beiträge aus der Community innerhalb der letzten vier Wochen
- Rückmeldung, dass zur Fragestellung keine Erfahrung vorhanden ist
- Fragestellung zu unpräzise

Die Anwendung der Abbruchkriterien fördert die hohe Relevanz der Engineering Community, da die Nutzer zu möglichst allen genannten Themen interessante, hilfreiche und aktuelle Informationen vorfinden sollen.

4.4.2 Kommunikationssysteme

Die Arbeit der Community entlang der beschriebenen Elemente muss durch auf die Bedürfnisse der Community zugeschnittene Kommunikationssysteme unterstützt werden. Dies beinhaltet die sorgfältige Auswahl an Kommunikationsmedien sowie deren nutzerfreundliche Implementierung. Dazu werden in den folgenden Abschnitten Aufgaben, Anforderungen und Umsetzung einer umfassenden Community-Plattform dargestellt.

Aufgaben

Eine Intranet-Plattform soll die Arbeit der Engineering Community vielfältig unterstützen. Dazu gehören neben dem Außenauftritt der Community insbesondere die Bereitstellung von Tools zur Zusammenarbeit sowie die Veröffentlichung der erarbeiteten Engineering-Methoden und Werkzeuge. Zudem soll die Plattform Möglichkeiten bereithalten, die Community eng bei der eigentlichen Abwicklung von Engineering-Projekten zu unterstützen und dadurch die Akzeptanz des Wissensaustauschs zu fördern. Die verschiedenen Aufgabenfelder orientieren sich an den in Abschnitt 3.5 formulierten Anforderungen und werden im Folgenden beschrieben:

- **Außenauftritt und Organisation der Engineering Community**
Die Plattform soll zentrale Elemente für eine Präsentation der Community im Unternehmen bereitstellen. Zusätzlich soll eine effiziente Organisation sämtlicher Aktivitäten der Community ermöglicht und die Verbreitung von Arbeitsergebnissen unterstützt werden.
- **Zusammenarbeit der Community**
Ein weiteres wichtiges Einsatzfeld der Community-Plattform ist die Unterstützung der Zusammenarbeit. Dazu gehören die Verwaltung von Dokumenten und die Bereitstellung virtueller Arbeitsräume für die verschiedenen Arbeitsgruppen der Community.
- **Methodenbaukasten zur Optimierung von Engineering-Einheiten**
Neben den organisatorischen Aspekten ist es wichtiges Ziel der Plattform sämtliche im Rahmen der Community entstandenen Methoden und Tools zur Optimierung des Engineerings zur Verfügung zu stellen.
- **Einbindung von Tools zur webbasierten Projektabwicklung**
Zur Optimierung der Arbeit der Engineering-Einheiten gehört in diesem Zusammenhang auch die aktive Unterstützung der eigentlichen Projektabwicklung. Ziel ist es, einerseits die Aktivitäten der Community durch eine enge Verknüpfung mit der Projektabwicklung zu fördern, andererseits die Projektabwicklung durch geeignete Methoden und Werkzeuge aktiv zu unterstützen. Aus diesem Grund soll die Plattform einen Weg zur Integration insbesondere webbasierter Planungstools bereitstellen.

Anforderungen

Auf Basis der beschriebenen Aufgabenfelder der Community Plattform ergibt sich eine große Bandbreite an Anforderungen. Diese lassen sich in funktionale und nicht-funktionale Anforderungen einteilen. Tabelle 15 geht dazu detailliert auf die funktionalen Anforderungen der Plattform näher ein.

Tabelle 15: Funktionale Anforderungen

Funktionale Anforderung	Beschreibung
Wiki	Die Plattform soll die Möglichkeit der Integration eines Wikis ermöglichen, damit die Community-Mitglieder Inhalte gemeinsam weiterentwickeln können.
Inhaltsverwaltung	Zur Gestaltung des Außenauftritts der Community sollen Inhalte effizient verwaltet werden. Dies ermöglicht ein einheitliches und ansprechendes Erscheinungsbild der Community im Unternehmen.
Dokumenten-datenbank	Bereits vorhandene als auch noch zu generierende Inhalte sollen in einer umfassenden Datenbank den Community-Mitgliedern bereitgestellt werden.
Volltext-Suche	Zum schnellen Auffinden von Dokumenten oder anderen Inhalten ist eine Volltext-Suche zu integrieren.
Einbindung externer Inhalte	Damit auch Inhalte von anderen Seiten integriert werden können, sollen diese mit eingebunden werden können.
Eventkalender	Zur Unterstützung der Event-Kommunikation und -Organisation soll die Plattform entsprechenden Funktionalitäten vorhalten.
Umfragen	Wichtiges Element der Community ist regelmäßiges Feedback. Ein Umfragetool soll die Basis bieten, solche Umfragen schnell und einfach durchzuführen.
Community-Funktionen	Zur stärkeren Interaktion mit der Community werden Tagging-, Rating- und Kommentarfunktionen gefordert.
Diskussionsforen	Neben dem Wiki zur gemeinsamen Entwicklung von Inhalten soll ein Diskussionsforum die Möglichkeit bieten, aktuelle Themen zu besprechen.
Nutzergruppen	Zur Arbeit in der Community und ihren Arbeitsgruppen sollen Inhalte innerhalb von Nutzergruppen ausgetauscht werden können.
Mitgliederprofile	Mit Hilfe von Mitgliederprofilen können die Teilnehmer ihre Kompetenzen hinterlegen und somit für Anfragen identifiziert werden.

Neben den funktionalen Anforderungen werden zahlreiche nicht-funktionale Anforderungen an die Community Plattform gestellt. Dabei handelt es sich insbesondere um Aspekte der Plattformverfügbarkeit, der Usability und Kostentransparenz. Diese werden in Tabelle 16 näher erläutert.

Tabelle 16: Nicht-funktionale Anforderungen

Nicht-funktionale Anforderung	Beschreibung
Verfügbarkeit	Die auszuwählende Plattform soll im ganzen Unternehmen verfügbar sein. Gleichzeitig soll die Möglichkeit einer Öffnung hin zu externen Partnern bestehen.
Usability	Um die Akzeptanz zu fördern, ist sowohl für die Nutzer als auch für die Administratoren eine hohe Usability zu gewährleisten.
Kosten	Die Kosten für den Aufbau und den laufenden Betrieb der Plattform müssen transparent gemacht werden können. Dies ist zentrale Voraussetzung für eine regelmäßige Überprüfung der Wirtschaftlichkeit.
Einfachheit und Erweiterbarkeit	Die Architektur der Plattform soll eine flexible Erweiterung um neue Funktionen und Anwendungen bereitstellen. Gleichzeitig sollen Aufbau und Erweiterungen der Plattform schnell und auf Basis von Standardwerkzeugen vorgenommen werden können.

Plattformkonzept

Zur Umsetzung der beschriebenen Anforderungen wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Demonstrationsplattform entwickelt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die konkrete Umsetzung im Unternehmen auch auf Basis anderer, bereits im Unternehmen verfügbarer Tools vorgenommen werden kann, um insbesondere eine gute Integration in die vorhandene Unternehmensinfrastruktur sicherzustellen und die Akzeptanz der Nutzer zu fördern. Abbildung 39 zeigt die grundlegende Struktur der Plattform.

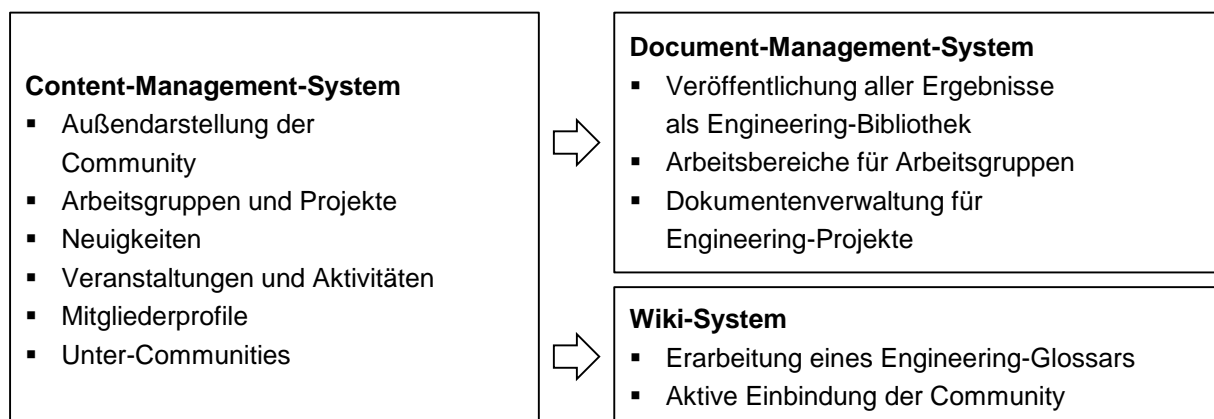


Abbildung 39: Struktur und Elemente der Community-Plattform

Zum flexiblen Aufbau wird die Architektur der Plattform in drei verschiedene Kernkomponenten gegliedert. Das ist zum einen die Funktionalität eines Content-Management-Systems (CMS) zur einheitlichen Darstellung und zur Pflege der verschiedenen Inhalte der Plattform. Zum anderen ist das ein Dokumenten-

Management-System (DMS) zur Verwaltung von Projektunterlagen der Arbeitsgruppen aber auch möglicher Planungsprojekte sowie ein Wiki-System zur Förderung der Zusammenarbeit. Damit können je nach Schwerpunkt und Ausrichtung der Arbeit der Community im Unternehmen verschiedene Systeme gewählt und an die Bedarfe optimal angepasst werden.

Das Content-Management-System als erste Komponente dient zum Einstieg in die Community Plattform und ist die zentrale Anlaufstelle für den Nutzer. Das Content-Management-System enthält die im Folgenden beschriebenen Inhalte:

- **Außendarstellung der Community**

In diesem Teil des Intranetauftritts wird ein allgemeiner Überblick über den Entstehungsanlass, die Struktur und die grundlegenden Ziele der Engineering Community gegeben. Dies dient einem einheitlichen Erscheinungsbild der Community für das gesamte Unternehmen.

- **Arbeitsgruppen und Projekte**

Zentrale Aufgabe der Community ist die gemeinsame Weiterentwicklung von Engineering-Methoden. Dazu werden die einzelnen Projekte und Arbeitsgruppen vorgestellt und deren Arbeitsergebnisse zum Download bereitgestellt. Dabei kann es sich um rein virtuelle, aber auch um konventionelle Arbeitsgruppen handeln.

- **Neuigkeiten**

Wichtige Neuigkeiten der Community, aber auch der regelmäßige Newsletter werden auf der Seite präsentiert und somit einem breiten Nutzerkreis jederzeit zugänglich gemacht.

- **Veranstaltungen und Aktivitäten**

Ein zentraler Veranstaltungskalender gibt einen Überblick über alle anstehenden internen und über ausgewählte externe Events. Zusätzlich wird die Organisation der Veranstaltungen unterstützt.

- **Mitgliederprofile**

Im Rahmen der Nutzerverwaltung des Content-Management-Systems wird für jedes Mitglied der Community ein Profil erstellt. Dieses soll durch den jeweiligen Nutzer möglichst aktuell gehalten werden und dient als Referenz für themenbezogene Anfragen der Community.

- **Unter-Communities**

Unter-Communities stellen eine Erweiterung der Arbeitsgruppen dar und stellen zusätzliche Werkzeuge zur Zusammenarbeit bereit. Hier erhalten die Mitglieder weitere Gestaltungsfreiheit ihrer Zusammenarbeit.

Das Dokumenten-Management-System als zweite Komponente erfüllt alle Funktion einer zentralen Dokumentenverwaltung für die Engineering Community. Dabei wird

über ein Rechtesystem den verschiedenen Nutzern die jeweils für sie wichtigen Schreib- und Leseberechtigungen zugeteilt:

- **Veröffentlichung aller Ergebnisse als Engineering-Bibliothek**

Auf Basis der Nutzerverwaltung werden wesentliche Bereiche der Dokumentenverwaltung frei zugänglich gemacht, um die erarbeiteten Ergebnisse und weitere Dokumente zu veröffentlichen. Zum einfachen Zugriff auf die verschiedenen Arbeitsergebnisse wurde eine einheitliche Systematik zur Charakterisierung der Dokumente entwickelt.

- **Arbeitsbereiche für Arbeitsgruppen und Administration**

Zusätzlich stehen spezielle Bereiche für die einzelnen Arbeitsgruppen zur Verfügung. Hier können Dokumente zu Arbeitstreffen geteilt und gemeinsam bearbeitet werden. Auch die administrative Unterstützung der Community wird über entsprechende Arbeitsbereiche abgewickelt.

- **Dokumentenverwaltung für Engineering-Projekte**

Wichtiger Bestandteil der Engineering Community ist die Möglichkeit einer aktiven Integration der Community in die reguläre Projektabwicklung. Aus diesem Grund wird zusätzlich eine Dokumentenverwaltung für Engineering-Projekte in die Plattform mit aufgenommen.

Die dritte Komponente der Plattform stellt ein Wiki-System dar. Dieses liefert die technische Basis zur aktiven Einbindung der Community-Mitglieder in die Inhaltserarbeitung. Das Wiki fokussiert sich dabei insbesondere auf die Bereitstellung eines Engineering-Glossars mit dem Ziel der Förderung eines gemeinsamen Verständnisses für alle relevanten Engineering-Themen. Das Wiki soll dabei zur einheitlichen Referenz für das unternehmensinterne Engineering ausgebaut werden. Die Nutzung eines semantischen Wikis soll dabei helfen langfristig wichtige Querbezüge im Engineering zu erkennen und zu nutzen.

Umsetzung der Demonstrationsplattform

Für die Umsetzung der Demonstrationsplattform wurde ein Vergleich weit verbreiteter Open-Source Content-Management-Systeme (CMS) durchgeführt. Das mit einem Marktanteil von 8 % sehr beliebte Projekt Joomla! erfüllt dabei die oben genannten Anforderungen am besten und stellt somit die Basis zur Realisierung der Demonstrationsplattform dar [172].

Joomla! ist ein PHP-basiertes Content-Management-System und verwendet das Datenbanksystem MySQL. Das CMS steht unter der GNU General Public License. Joomla! wird dabei mit einem relativ hohen Funktionsumfang zur Verfügung gestellt und gleichzeitig von einer großen Community getragen. So werden laufend neue Erweiterungen entwickelt und dem Nutzerkreis zur Verfügung gestellt. Joomla! bietet somit eine flexible Basis und ist mit den zahlreichen Erweiterungen als leistungsfähiges Content-Management-System einzuschätzen. [173][174]

Typisch für Content-Management-Systeme stellt auch Joomla! mit dem Front-End die öffentliche Benutzeroberfläche basierend auf verschiedenen Templates dar. Die eigentliche Verwaltung von Benutzern, Inhalten, Menüs, installierten Komponenten sowie der verschiedenen Erweiterungen findet über das Back-End statt. Abbildung 40 zeigt die Startseite im Front-End der Plattform.



Abbildung 40: Startseite der Engineering Community [S2][S3]

Auf der Startseite sind neben den Hinweisen auf aktuelle Neuigkeiten und Veranstaltungen insbesondere die vier Hauptbereiche Projekte und Dokumente, Methoden und Werkzeuge, Kollaboration und Wissensaustausch sowie Marktplatz dargestellt. Diese Einteilung dient dem schnellen Einstieg auf die Plattform und lässt dem Nutzer die Wahl zwischen reiner Information zu verschiedenen Projekten der Community (Projekte und Dokumente), einer Anwendung veröffentlichter Methoden und Werkzeuge für das Engineering oder der aktiven Mitarbeit in der Engineering Community (Kollaboration und Wissensaustausch).

Der Abschnitt Projekte und Dokumente enthält die zuvor beschriebene Dokumentenmanagement-Funktionalität. So kann an dieser Stelle entweder ein eigenständiges und leistungsfähiges Document-Management-System eingebunden, oder ein Plug-In des CMS verwendet werden. Im Rahmen der Demonstrationsplattform wurde auf das Plug-In „jDownloads“ zurückgegriffen. Dieses ermöglicht neben einer granularen Rechteverwaltung ebenso die Möglichkeit zum Upload von Dokumenten durch die einzelnen Benutzer über das Front-End. Zusätzlich können mit Hilfe des Plug-Ins die einzelnen Dokumente vielfältig charakterisiert werden, so dass ein Auffinden der Dokumente über verschiedene Sichten und Wege möglich ist. Abbildung 41 stellt die Dokumentenverwaltung der Engineering Community dar.

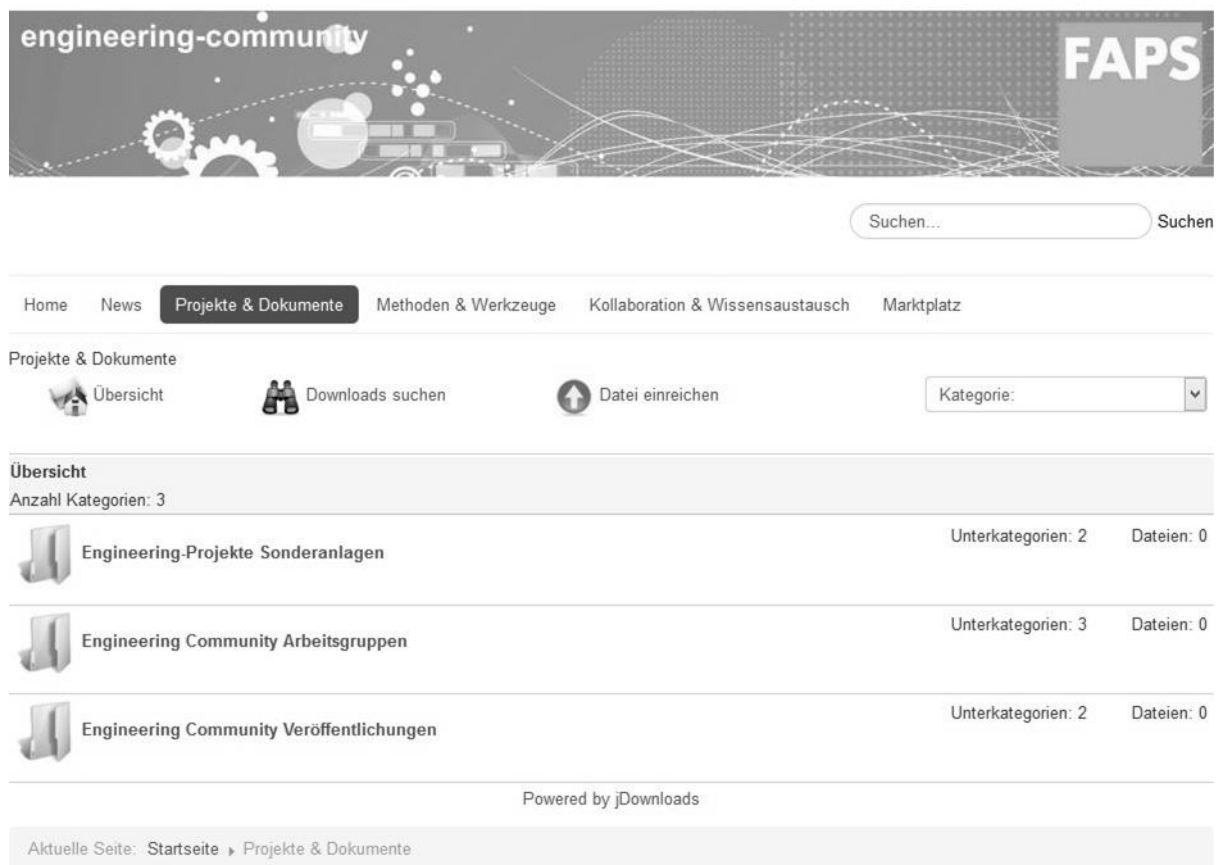


Abbildung 41: Dokumentenverwaltung der Engineering Community

Im Rahmen der Engineering Community wurde, wie bereits beschrieben, eine Engineering-spezifische Systematik zur Charakterisierung und zur Darstellung der verschiedenen Dokumente entwickelt und anschließend mit Hilfe der Dokumentenverwaltung realisiert. Hintergrund der entwickelten Systematik ist das Ziel die im Rahmen der Community geschaffenen Ergebnisse möglichst nutzerfreundlich bereitzustellen und verschiedene Sichtweisen zu berücksichtigen. Aus diesem Grund wurden an die Systematik folgende Anforderungen gestellt:

- Schnelle Auffindbarkeit der gewünschten Informationen
- Einheitliche Strukturierung von Informationen
- Schnelles Ablegen von Informationen
- Flexible Erweiterbarkeit
- Unterscheidbarkeit
- Erklärung von Zusammenhängen
- Bezug zu Engineering-Methoden
- Überschneidungsfreiheit

Die im Rahmen eines Expertenworkshops erarbeitete Lösung sieht vor, dass vier Dimensionen zur Charakterisierung der veröffentlichten Ergebnisse herangezogen werden. In den folgenden Abschnitten werden diese erläutert.

▪ Themenfelder

Die Arbeit der Engineering Community bezieht sich sehr stark auf die Themenfelder der Arbeitsgruppen. Aus diesem Grund wurden diese Themen als wichtiges Kriterium zur Einteilung der Ergebnisse herangezogen und erleichtern dadurch das Auffinden der Dokumente.

▪ Inhaltskategorien

In Kombination mit den Themenfeldern wird den Inhaltskategorien eine hohe Bedeutung zugemessen. Die dazu entwickelten Inhaltskategorien charakterisieren die verschiedenen Dokumente hinsichtlich deren Informationsdichte sowie der Anwendungsnähe. Abbildung 42 zeigt dazu einen Überblick über die Systematik der Inhaltskategorien anhand der beiden Dimensionen Informationsdichte und Anwendungsnähe.

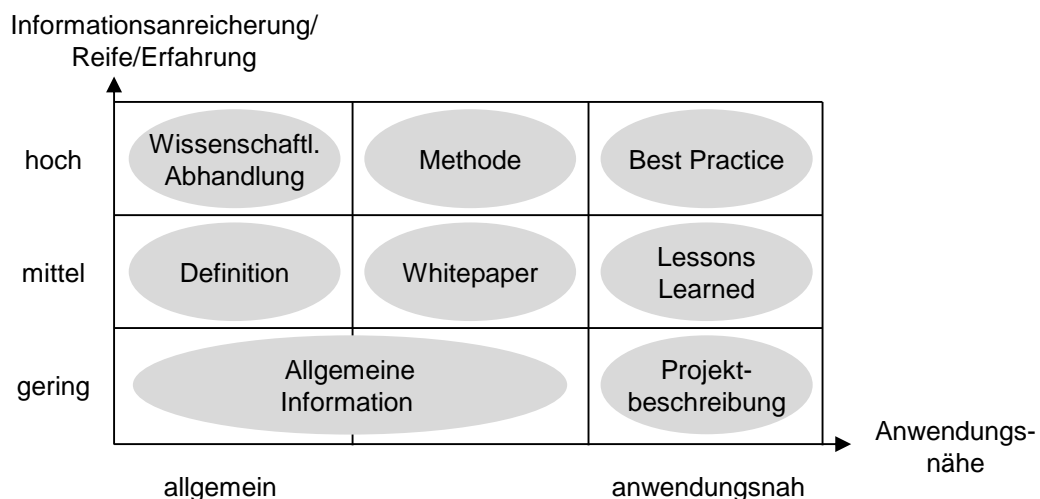


Abbildung 42: Systematisierung der Inhaltskategorien

Mit Hilfe der Inhaltskategorien können die Dokumente der Community klarer voneinander abgegrenzt werden. So hat ein Best-Practice in der Regel einen hohen Anwendungsbezug sowie aufgrund der darin enthaltenen Erfahrungen

gleichzeitig eine hohe Informationsdichte. Eine Methode hingegen ist in der Regel deutlich allgemeiner verfasst und hat somit geringeren Bezug auf eine konkrete Anwendung.

- **Reifegrad der Information**

Über den Reifegrad der Information erhält der Anwender einen Hinweis über die Qualität des angegebenen Inhalts. So kann auf Basis des Reifegrads angegeben werden, ob es sich um ein Arbeitspapier oder um eine vom Lenkungsgremium freigegebene Methode handelt.

- **Engineering Layer (optional)**

Das sogenannte Engineering Layer Modell (siehe auch Abschnitt 3.3.2) stellt eine Verbindung zwischen der Unternehmensstrategie und den Ergebnissen des Engineerings dar, um wichtige Wechselwirkungen bei der Einführung von Engineering-Methoden zu verdeutlichen. Sofern für bestimmte Dokumente anwendbar, soll diese Dimension optional hinzugezogen werden. Damit können insbesondere in Verbindung mit den inhaltlichen Themen wichtige Querverbindungen aufgezeigt werden.

Abbildung 43 zeigt die Implementierung im Rahmen der Engineering Community hinsichtlich der vier oben erläuterten Dimensionen. Damit ist der Zugriff auf Dokumente auf Basis unterschiedlicher Sichtweisen möglich, gleichzeitig werden wichtige Querverbindungen deutlich.

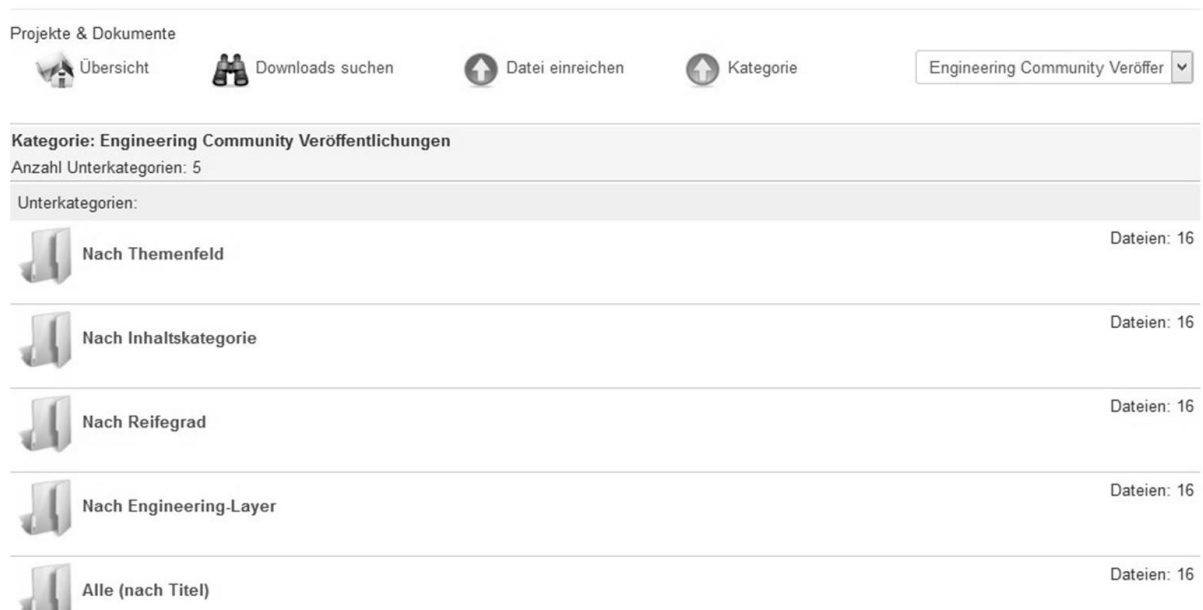


Abbildung 43: Erste Implementierung zur Kategorisierung von Ergebnissen

Neben den Dokumenten sind die im Rahmen der Community zu entwickelnden Methoden und Werkzeuge wichtiges Hilfsmittel zur Optimierung von Engineering-Einheiten im Unternehmen. Diese werden in der Rubrik Methoden und Werkzeuge

bereitgestellt. Im Rahmen der Demonstrationsplattform wurden Werkzeuge zur 3D-Layoutplanung, zum Projektmanagement sowie das Engineering Evaluation Tool implementiert.

Das Tool zur 3D-Layoutplanung von Fertigungsanlagen wurde direkt in die Plattform eingebunden und kann dadurch den Mitgliedern der Community zur Verfügung gestellt werden. Damit ist es möglich, die auf der Plattform hinterlegten Informationen direkt im webbasierten Tool weiterzuverwenden und zu bearbeiten. [175]

Im Abschnitt Projektmanagement kann, wie in Abbildung 44. dargestellt, mit Hilfe der webbasierten Projektmanagementkomponente „Projektfork“ die Verwaltung kleinerer Projekte organisiert werden. Dies kann sowohl die Projekte der Community, als auch Planungsprojekte umfassen und zeigt somit einen weiteren Weg auf, wie die Community direkt in die tägliche Projektabwicklung integriert werden kann.

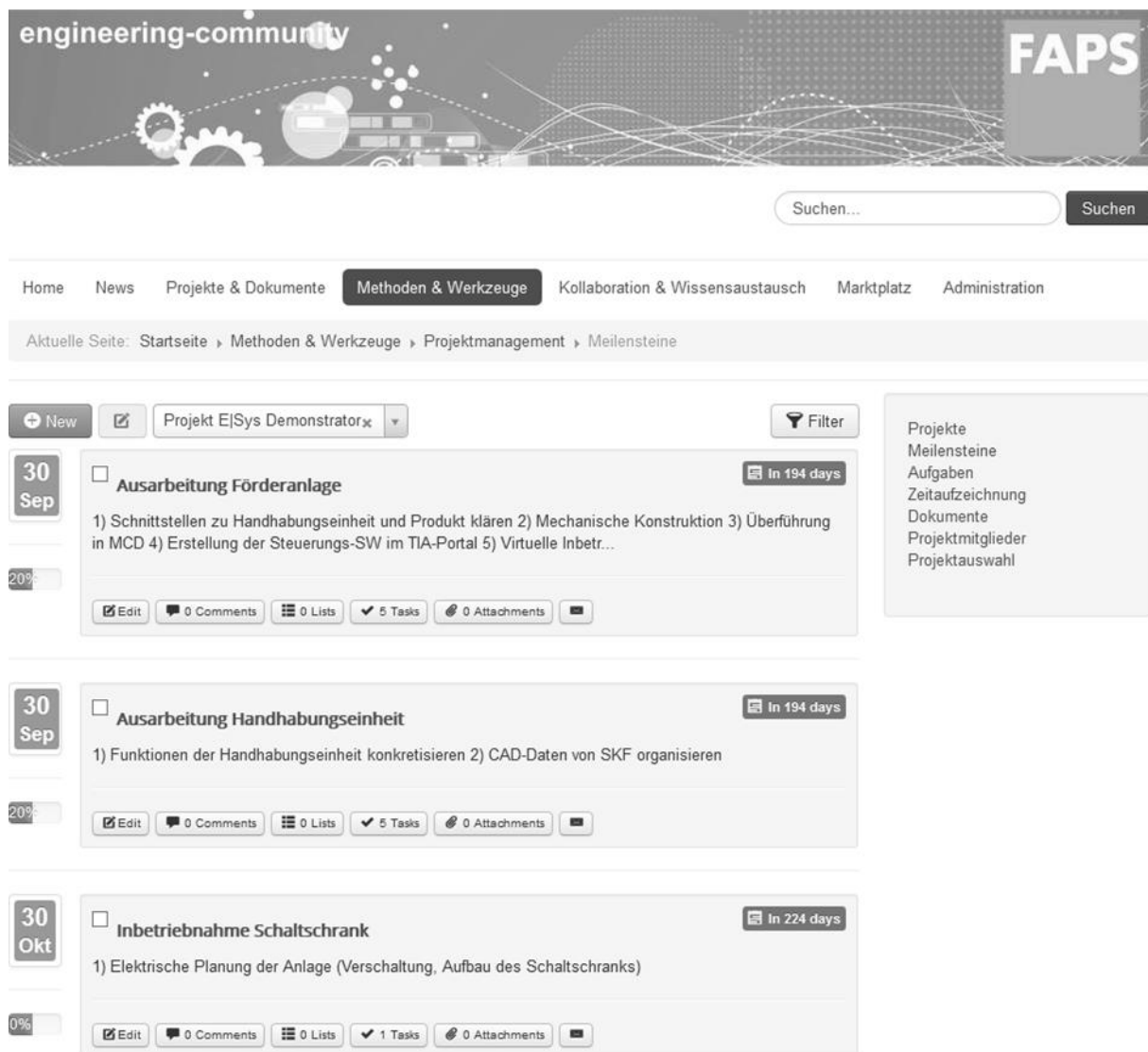


Abbildung 44: Projektmanagementkomponente der Engineering Community

Als weitere Anwendung steht das Engineering Evaluation Tool zur Verfügung. Mit Hilfe dieses Werkzeugs ist es einer Engineering-Einheit des Unternehmens möglich eine Selbstbewertung durchzuführen und Verbesserungspotentiale im Engineering zu identifizieren. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können sodann genutzt werden, um direkt Verbesserungspotentiale aus den Ergebnissen der Engineering Community zu erlangen oder neue Anforderungen in die Community einzubringen.

Die nächste Rubrik Kollaboration und Wissensaustausch ermöglicht die interaktive Einbindung der Mitarbeiter in die Community. Dazu stehen mit Eventkalender, Forum und Postfach verschiedene Möglichkeiten zur Kommunikation und Zusammenarbeit zur Verfügung. Zusätzlich beinhaltet diese Rubrik, wie in Abbildung 45 dargestellt, das Engineering Wiki [S4].



Abbildung 45: Wiki der Engineering Community

Beim Engineering Wiki handelt es sich um die semantische Erweiterung des Media-Wikis, das mit Hilfe eines entsprechenden Plug-Ins in die Plattform integriert wurde. Dabei werden im Wiki wichtige Begriffe des Engineerings erläutert und mit Hilfe der

Community weiterentwickelt. Ziel ist es dabei, über ein Glossar eine unternehmensweit gültige Wissensbasis zur Verfügung zu stellen. Durch die Integration eines semantischen Wikis wird zugleich auf die intelligente Verknüpfung der Inhalte abgezielt. Dadurch können mit steigender Wissensbasis schnelle Querbeziehungen hergestellt werden. [176]

4.4.3 Problemlösungswerkzeuge

Ein weiterer wichtiger Baustein in der Systemlandschaft der Engineering Community ist die Integration geeigneter Problemlösungswerkzeuge. Dadurch soll der Problemlösungsprozess der Community unterstützt werden. Zunächst werden relevante Methoden vorgestellt und anschließend die für die Engineering Community entwickelte Lösung erläutert.

Relevante Methoden

Zur Unterstützung der Engineering-Einheiten im Unternehmen fokussiert sich die Engineering Community auf die Implementierung effizienter und effektiver Vorgehensweisen. Zur Ermittlung der Defizite und entsprechender Ansatzpunkte werden die Engineering-spezifische VDI-Richtlinie 3695, die Reifegradmodelle CMMI und SPICE sowie die Six Sigma Methodik hinsichtlich ihres Inhalts und ihrer Anwenderfreundlichkeit näher betrachtet.

VDI 3695

Die VDI-Richtlinie 3695 „Engineering von Anlagen – Evaluieren und optimieren des Engineerings“ besteht aus den vier Themenfeldern Prozesse, Methoden, Hilfsmittel und Aufbauorganisation [11]. Die VDI-Richtlinie ist somit sehr speziell auf das Engineering von Anlagen zugeschnitten. Dazu besteht die Richtlinie derzeit aus fünf Blättern mit insgesamt 21 Themengebieten. Für jedes dieser Themengebiete werden mehrere Zielzustände sowie Voraussetzungen zur Erreichung der Zielzustände formuliert. Gleichzeitig sind zahlreiche Themengebiete mit Abhängigkeiten untereinander versehen. Das heißt, ein gewünschter Zielzustand eines Themengebiets kann nicht erreicht werden, ohne dass in einem oder mehreren anderen Themengebieten ebenfalls ein bestimmter Zielzustand erreicht wurde.

Aus Sicht des Anwenders bedeutet die Anwendung der Richtlinie daher, dass eine intensive Einarbeitung erforderlich ist. Dies umfasst zum einen das inhaltliche Verständnis der einzelnen Themengebiete, zu anderen jedoch auch die Beachtung der zahlreichen Abhängigkeiten. Dadurch gestaltet sich insbesondere auch die Auswertung der Ergebnisse als aufwendig.

Abbildung 46 zeigt dazu die Abhängigkeiten der Richtlinie in grafischer Form. Die verschiedenen Themengebiete sind dabei über verschiedene Formelemente gekennzeichnet. Über die Pfeile werden die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Fragen visualisiert.

Die VDI Richtlinie 3695 wird daher hinsichtlich der inhaltlichen Eignung als sehr gut geeignet, aufgrund der zahlreichen Abhängigkeiten und des Umfang bezüglich der der Anwendbarkeit jedoch nur als bedingt geeignet beurteilt.

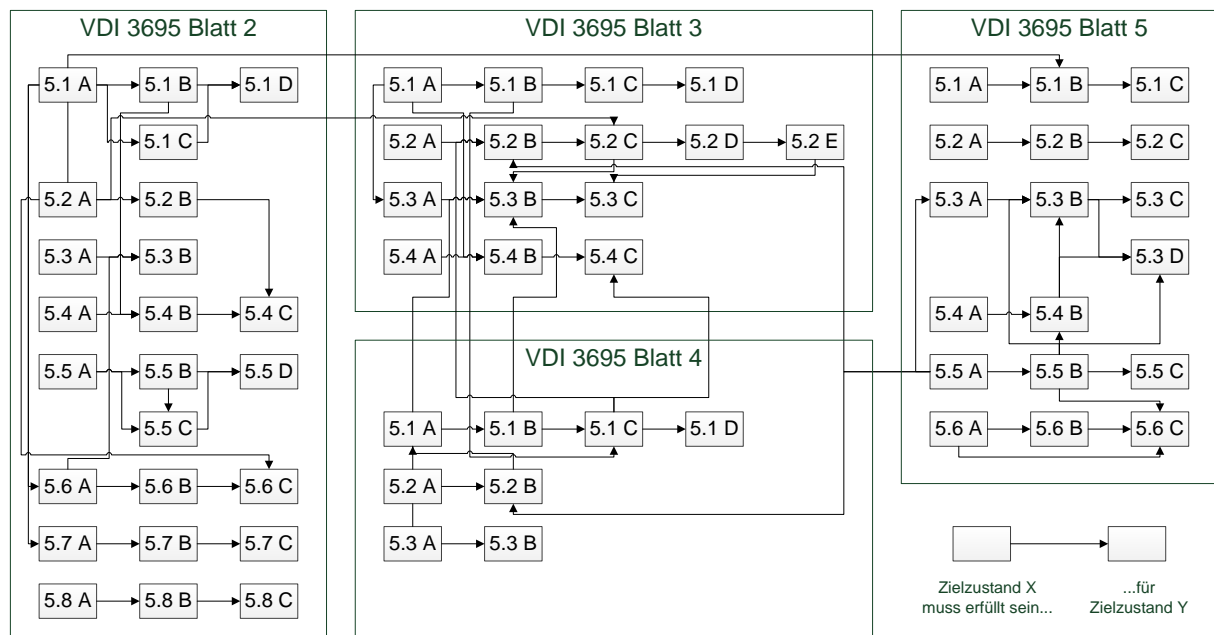


Abbildung 46: Abhängigkeiten der VDI 3695 [S5]

CMMI

Das sogenannte Capability Maturity Model Integration (CMMI) wurde am Software Engineering Institute (SEI) in Pittsburgh entwickelt und ist ein Reifegradmodell zur Beurteilung von Unternehmen mit Fokus auf deren Prozesse. Dazu gibt es mit „CMMI for Development“, „CMMI for Acquisition“ und „CMMI for Services“ drei verschiedene CMMI-Modelle. Diese fokussieren sich entsprechend ihres Namens auf Entwicklung, Einkauf oder Dienstleistungen. [177][178][179]

Kern des CMMI ist es, die Prozesse eines Unternehmens zu bewerten und Verbesserungspotentiale aufzuzeigen. Dem Modell liegt dabei die Annahme zugrunde, dass aus besseren Prozessen auch bessere Produkte entstehen. Ziel des Einsatzes von CMMI ist somit die objektive und systematische Analyse von Stärken und Schwächen sowie die Identifikation von Verbesserungspotentialen und -maßnahmen, um die Prozesse zu optimieren. CMMI ist dazu in verschiedene Prozessgebiete und diese wiederum in Prozessgebietskomponenten untergliedert. Für die Prozessgebietskomponenten stehen dann spezifische und generische Praktiken zur Verfügung und sind damit wichtiges Hilfsmittel zur Implementierung effizienter Prozesse im Unternehmen. [178][177]

CMMI ist ein sehr umfassendes Reifegradmodell mit besonderem Fokus auf die Prozesse des Unternehmens. Das „CMMI for Development“ wurde ursprünglich vor

dem Hintergrund der Softwareentwicklung erarbeitet, kann jedoch in der aktuellen Version ohne weiteres auf die Produktentwicklung angewendet werden. Vor dem Hintergrund dieser Flexibilität ist zu erwarten, dass wesentliche Aspekte grundsätzlich auch auf das Anlagenengineering übertragen werden können. Eine Engineering-spezifische Ausgestaltung und Anwendung des CMMI-Ansatzes ist jedoch nicht bekannt.

SPICE

Das Reifegradmodell SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination) ist vor dem Hintergrund der Entwicklung von CMMI entstanden und wurde im Jahr 2003 in die Norm ISO/IEC 15504 überführt. Auch hier liegt der Fokus sehr stark auf der Softwareentwicklung und der Bewertung der entsprechenden Entwicklungsprozesse. [180][177][178]

Aufgrund großer Ähnlichkeiten zwischen CMMI und SPICE, wird an dieser Stelle das Reifegradmodell SPICE nicht weiter vertieft. Die wichtigsten Eigenschaften können weitgehend übertragen werden.

Six Sigma

Bei Six Sigma handelt es sich um eine auf Statistik beruhende Methode mit dem Ziel, möglichst hohe Qualität im Unternehmen zu erreichen. Dazu wird die Leistung der relevanten Prozesse quantitativ gemessen. Die Bezeichnung Six Sigma beruht dabei auf dem Ziel eine Prozessfähigkeit von sechs Sigmas zu erreichen. Dies bedeutet, dass der betrachtete Prozess zu 99,99966 Prozent fehlerfrei durchgeführt wird. Six Sigma ist dabei grundsätzlich auf verschiedenste Unternehmensprozesse anwendbar. Vorläufer der Six Sigma Methode stammen aus der japanischen Schiffbauindustrie aus den 1970er Jahren und haben sich in später auch in anderen Industrien verbreitet. Im Rahmen von Six Sigma gibt es zur Verbesserung bestehender Prozesse das grundlegende DMAIC-Vorgehen. Dieses besteht aus den Schritten Define, Measure, Analyze, Improve und Control und wird im Unternehmen als sich wiederholender Regelkreis implementiert. Dadurch können für die jeweiligen Zielstellungen inkrementelle Verbesserungen erreicht werden. Neben diesem Vorgehensmodell hält Six Sigma eine Toolbox mit verschiedenen Werkzeugen und Methoden bereit. Dazu zählen z. B. das Kano-Modell, die Fehlerbaumanalyse oder die Netzplantechnik. Six Sigma ist somit sehr allgemein anwendbar und kann dadurch theoretisch auch auf das Engineering übertragen werden. [181][182][178]

Unterstützung der Engineering Community

Im Rahmen der Engineering Community soll ein geeignetes Bewertungsmodell dabei unterstützen, die wichtigsten Verbesserungspotentiale einer Engineering-Organisation zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten. Vor dem Hintergrund, dass ein solches Modell möglichst spezifische Problemfelder des Engineerings berücksichtigen soll, wurde die VDI Richtlinie 3695 gewählt. Damit diese

schnell und einfach anwendbar ist, sowie sämtliche Abhängigkeiten automatisch berücksichtigt werden, wurde die Richtlinie in ein Self-Assessment-Tool überführt.

Das realisierte Self-Assessment-Tool basiert auf Microsoft Excel® in Verbindung mit Visual Basic® for Applications und ist somit in nahezu jeder Arbeitsumgebung einsetzbar. Die Nutzerführung wurde über Formulare realisiert und ermöglicht damit eine individuelle Anwendung des Tools. So können je nach Relevanz bestimmte Themenbereiche ausgeschlossen werden, so dass zu diesen Themen dem Nutzer keine Fragen hinsichtlich des Reifegrads und gewünschter Zielzustände in seinem Unternehmen gestellt werden. Abbildung 47 zeigt das Startfenster des Tools.

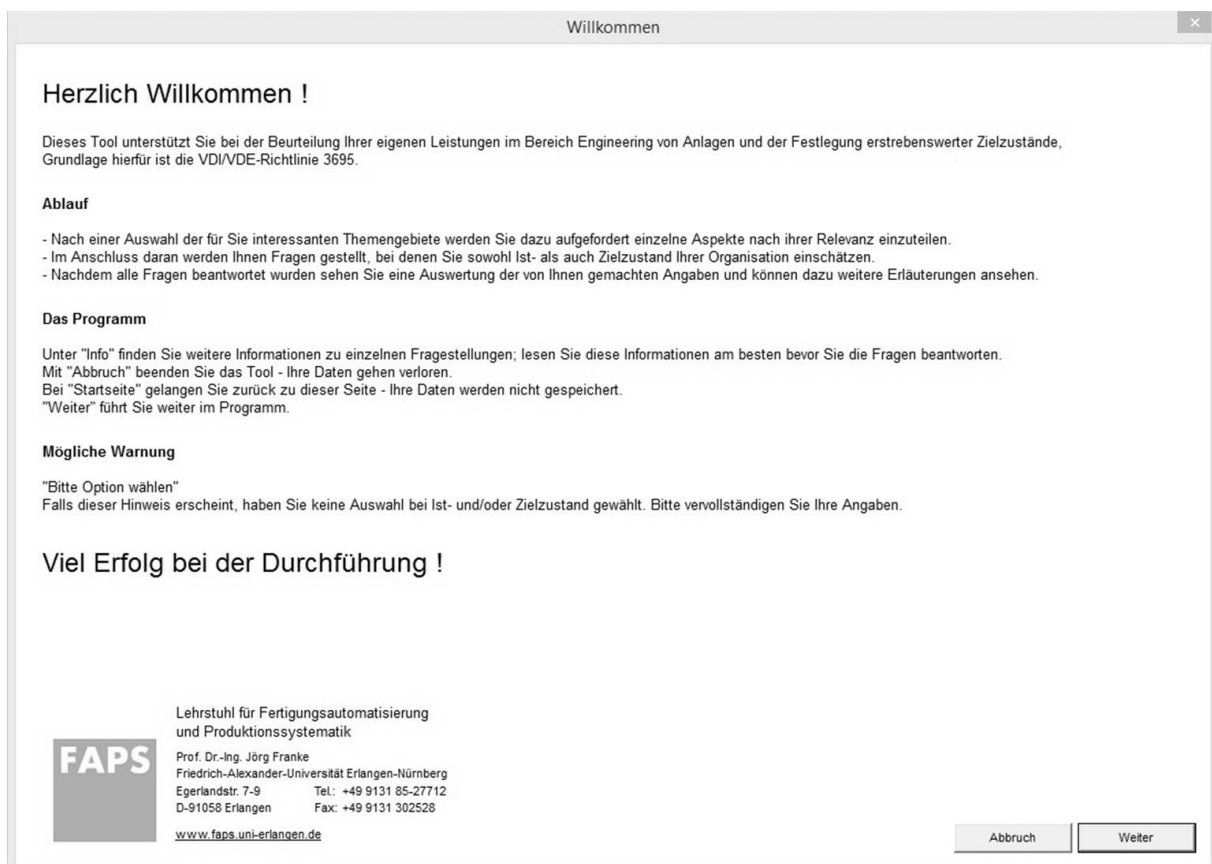


Abbildung 47: Startfenster des VDI 3695 Self-Assessment Tools [S5]

Im Anschluss an das in Abbildung 47 dargestellte Startfenster wird der Nutzer zur Wahl der zu betrachtenden Themenfelder geleitet. Dabei stehen die Themenfelder der VDI 3695 (Prozesse, Methoden, Hilfsmittel und Aufbauorganisation) zur Verfügung und können in beliebiger Kombination gewählt werden. Damit kann der Nutzer den inhaltlichen Fokus der Bewertung seiner Engineering-Organisation bestimmen. Der entsprechende Nutzerdialog wird in Abbildung 48 gezeigt.

Abbildung 48: Themenfeldwahl des Self-Assessment Tools [S5]

Zu jeder Frage erscheint im Anschluss eine separate Dialogbox, in der Ist- und Ziel-Zustand hinsichtlich des spezifischen Themengebiets abgefragt werden. Wie Abbildung 49 als Beispiel zum Themengebiet Konfigurationsmanagement zeigt, können über den Button „Info“ weitere Detailinformation über das jeweilige Themengebiet abgerufen werden. Somit ist es für den Anwender möglich, sich in die für ihn relevanten Themengebiete näher einzuarbeiten. Sollten auf Basis der Richtlinie bestimmte Abhängigkeiten bestehen, so werden diese aufgrund der Verknüpfungen im Self-Assessment-Tool dynamisch berücksichtigt und als Ziel- oder Ist-Zustand in der gegebenenfalls grau hinterlegt.

Abbildung 49: Beispielfrage zum Konfigurationsmanagement [S5]

Die anschließende Auswertung erfolgt in einem Excel-Arbeitsblatt und kann somit für eine spätere Verwendung sehr einfach gespeichert werden. Für jedes Themenfeld verdeutlicht ein eigenes Diagramm die Ergebnisse. Dabei werden wiederum Ist- und Ziel-Zustand angegeben. Abbildung 50 zeigt die grafische Auswertung des Self-Assessment-Tools. Dabei ist zu sehen, dass nur in den ausgewählten Themenfeldern Ergebnisse visualisiert werden. Durch den Vergleich von Ist- und Ziel-Werten können somit die Defizite einer Engineering-Organisation sehr schnell ermittelt werden.

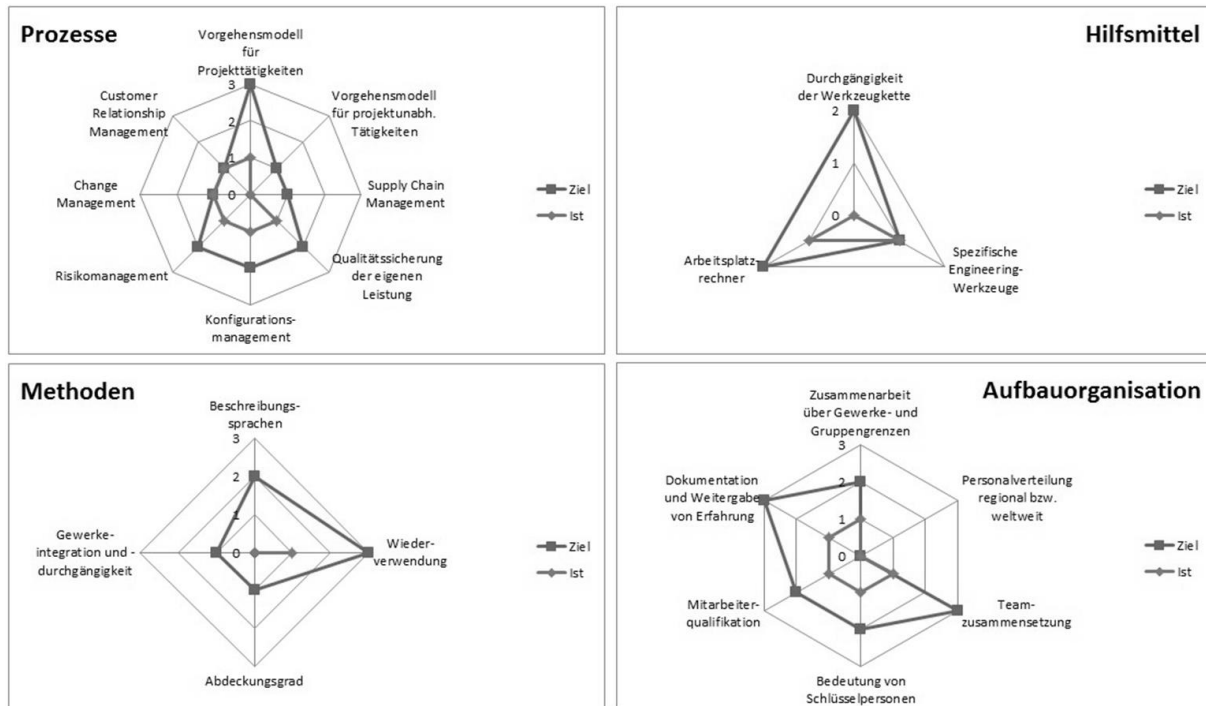


Abbildung 50: Grafische Auswertung des Self-Assessment Tools [S5]

Wichtiges Ziel des Self-Assessment Tools ist es, nicht nur die verschiedenen Themenfelder samt Ist- und gewünschten Zielzuständen abzufragen, sondern auch Hintergrundinformationen und Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zur Verbesserung des Engineerings abzuleiten. Aus diesem Grund werden im Tool auf Basis der individuellen Ergebnisse die in VDI Richtlinie 3695 empfohlenen Maßnahmen in der Reihenfolge ihrer Umsetzung dargestellt. Abbildung 51 zeigt beispielhaft die erforderlichen Maßnahmen für das Themengebiet „Vorgehensmodell für Projektstätigkeiten“.

Frage	Ist	Ziel	Lösungsschritte auf nächste Stufe					OK?
			auf Stufe 1	auf Stufe 2	auf Stufe 3	auf Stufe 4	auf Stufe 5	
1 Vorgehensmodell für Projektstätigkeiten	1	3	Analyse der Arbeitsabläufe und der bisherigen Vorgehensweisen, Auswahl eines geeigneten Vorgehensmodells und dessen Einführung	Wenn nachvollziehbare Probleme bei der Arbeit mit dem Vorgehensmodell aufgetreten sind, werden daraus Konsequenzen gezogen, indem das Vorgehensmodell angepasst wird.	Mitarbeitern werden Möglichkeiten eröffnet, auf das Vorgehensmodell einzuwirken (im Sinn eines geregelten und regelmäßig praktizierten Verbesserungsprozesses).			✗
			Ein Workflow-Unterstützungswerkzeug ist meist hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich.					
			Durchführung regelmäßiger Schulungen der Mitarbeiter zum Umgang mit dem Vorgehensmodell	Es gibt einen Katalog, was unter welchen Umständen variiert werden kann	Einführung eines Katalogs von Bewertungsmechanismen zum Vorgehensmodell, die dann z. B. nach Abschluss eines Projekts abgefragt werden können.			
			Überwachung und Visualisierung des Nutzens					

Abbildung 51: Handlungsempfehlungen zur Erreichung der Zielzustände [S5]

Das entwickelte Self-Assessment Tool ist somit ein wertvolles Werkzeug zur Unterstützung der Engineering Community. Damit ist es den Mitgliedern möglich, die Situation in ihrer Engineering-Organisation zu bewerten und Verbesserungsmaßnahmen

abzuleiten. Entsprechend dieser Erkenntnisse können sie an den verschiedenen Aktivitäten der Community mitwirken und die bereits veröffentlichten Ergebnisse gezielt zur Optimierung der Abläufe in ihren eigenen Engineering-Organisationen nutzen.

4.5 Mitarbeiter

Neben den drei bisher beschriebenen sogenannten „harten“ Variablen (Strategie, Struktur und Systeme) des 7S-Modells bilden die vier „weichen“ Variablen (Mitarbeiter, Unternehmenskultur, Fähigkeiten, Werte und Normen) die weiteren Gestaltungsdimensionen eines Unternehmens ab. Dazu wird zunächst auf die Mitarbeiter als wichtigste Ressource eines Unternehmens eingegangen. Zur Integration der Mitarbeiter in die Engineering Community ist die entsprechende Zielgruppe mit Hilfe einer Stakeholderanalyse zu analysieren. Anschließend wird auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse eine Methode zur Messung der Partizipation der Mitarbeiter an der Wissensarbeit des Unternehmens entwickelt.

4.5.1 Stakeholderanalyse

Der mögliche Interessentenkreis der Engineering Community ist aufgrund der inhaltlichen Breite des Themas Anlagenengineering sehr groß. Um die Heterogenität der Interessensgruppen in der Zusammenarbeit der Community besser handhaben zu können, ist es wichtig die verschiedenen Interessensgruppen und ihre Bedürfnisse zu kennen. Relevante Aspekte beim Umgang mit den Interessensgruppen des Engineerings sind insbesondere Unterschiede hinsichtlich inhaltlicher Interessen und Erwartungen, Präferenzen der Kommunikation sowie des vorhandenen Wissens- und Erfahrungsschatzes. In den folgenden Abschnitten wird daher zunächst eine Abgrenzung der im Rahmen der Engineering Community zu betrachtenden Stakeholdergruppen vorgenommen. Anschließend erfolgt eine Analyse mit Hilfe bekannter Werkzeuge.

Stakeholder der Engineering Community

Der Begriff Stakeholder stammt aus dem Englischen und erfasst alle Interessensgruppen in Bezug auf eine Organisation. Im Jahr 1984 veröffentlichte Edward Freeman eine erste Definition dazu. Hier wird der Begriff Stakeholder als „any group or individual who can affect or is affected by the achievement of the activities of any organisation“ [183] beschrieben. Mögliche Stakeholdergruppen eines Unternehmens sind damit unter anderem Mitarbeiter, Management, Eigentümer, Kunden oder Lieferanten [167]. Abbildung 52 zeigt mögliche Stakeholdergruppen eines Unternehmens, eingeteilt in interne und externe Stakeholder, auf.

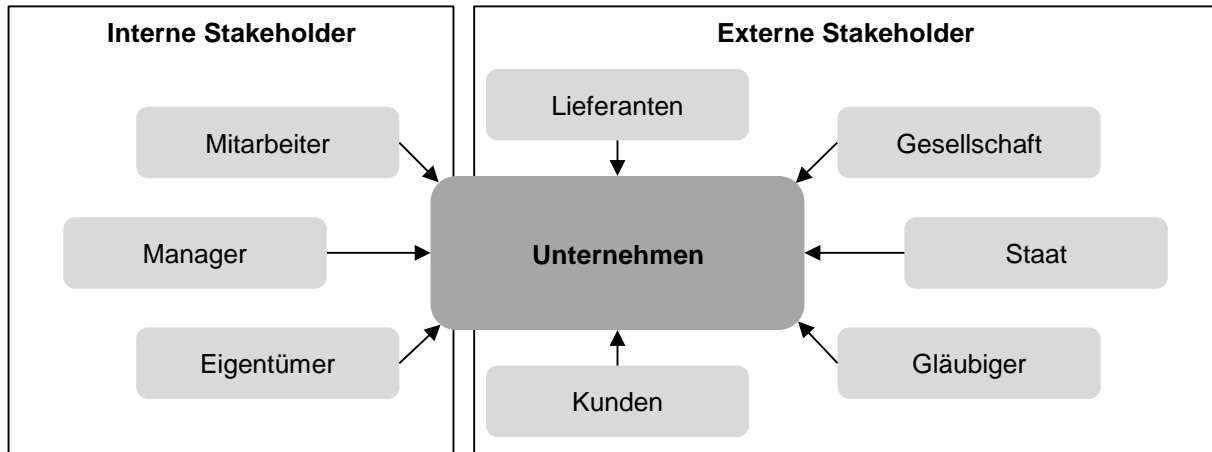


Abbildung 52: Beispielhafte Übersicht über interne und externe Stakeholder

Aufgrund des unternehmensinternen Fokus der Engineering Community wird für den weiteren Verlauf der Arbeit lediglich auf die internen Stakeholder eingegangen. Um diese Interessensgruppen besser zu verstehen, werden sie mit Hilfe einer Stakeholderanalyse näher betrachtet. Tabelle 17 gibt dazu zunächst eine Übersicht über mögliche direkte Anspruchsgruppen der Engineering Community.

Tabelle 17: Direkte interessensgruppen der Engineering Community

Gruppe	Beschreibung
Engineering-Leiter	Engineering-Leiter sind in der Regel die höchste für das Engineering verantwortliche Ebene im Unternehmen. In einem Unternehmen mit mehreren Geschäftseinheiten gibt es meist einen Engineering-Leiter je Geschäftseinheit.
Engineering-Teamleiter	Engineering-Teamleiter repräsentieren das untere und mittlere Management in einer Engineering-Organisation. Sie sind z. B. verantwortlich für Personalplanung und Multiprojektmanagement.
Engineering-Projektleiter	Der Projektleiter gibt innerhalb eines Projekts den organisatorischen Rahmen vor. Dazu gehören u. a. Terminpläne, Meilensteine und Reporting. Damit obliegt ihm die operative Kontrolle über ein Projekt.
Engineering-Mitarbeiter	Die Arbeitsebene stellt die große Mehrheit der Mitarbeiter im Engineering dar. Diese wickeln die Projekte ab und müssen dabei neben technischen Fragestellungen vor allem die verschiedenen Teilsysteme integrieren und administrative Tätigkeiten wie Kosten- und Zeitplanung ausführen.

Neben den direkten Stakeholdern können weitere, insbesondere im Rahmen der Projektabwicklung involvierte Unternehmensbereiche ein Interesse an den Aktivitäten der Engineering Community haben. Dazu gehören aus Sicht des Engineerings beispielsweise Einkauf, Vertrieb oder Fertigung. Diese Gruppen können zur Verbesse-

rung des Engineerings im Unternehmen wesentliche Beiträge liefern. Tabelle 18 zeigt einen Überblick über die wichtigsten indirekten Anspruchsgruppen.

Tabelle 18: Indirekte Interessensgruppen der Engineering Community

Gruppe	Beschreibung
Einkauf	Der Einkauf bekommt Anforderungen vom Engineering mitgeteilt und gibt ggf. strategische Unterstützung beim Lieferantenmanagement. Fokus und Verantwortung des Einkaufs beziehen sich dabei jedoch ausschließlich auf die zugeordneten administrativen Aufgaben.
Vertrieb	Der Vertrieb ist in Abstimmung mit dem Engineering verantwortlich für die Akquise neuer Projekte. Dazu muss der Vertrieb sehr gute Kenntnis über die technische Leitungsfähigkeit der angebotenen Anlagen haben.
Fertigung	Die Fertigung hat die Aufgabe, die Arbeitsergebnisse des Engineerings beim Aufbau der Anlagen oder bei der Erstellung von Teilsystemen umzusetzen. Dazu ist eine enge Abstimmung in beide Richtungen erforderlich. Dies hilft zum einen die Fertigung effizient durchzuführen, zum anderen Fehler der Planung zukünftig zu vermeiden.

Methoden und Tools der Stakeholderanalyse

Die Kenntnis der Interessensgruppen der Engineering Community ist zentrale Voraussetzung zur Durchführung der Stakeholderanalyse. Dazu stehen verschiedene Methoden und Tools bereit.

Analyseschema von Gardner

Das Analyseschema nach Gardner berücksichtigt bei der Einteilung der Stakeholder die beiden Dimensionen Macht (Power) und Interesse (Level of Interest). Zur Durchführung der Analyse werden die Interessensgruppen entsprechend der beiden Dimensionen in die in Abbildung 53 dargestellte Matrix eingetragen.

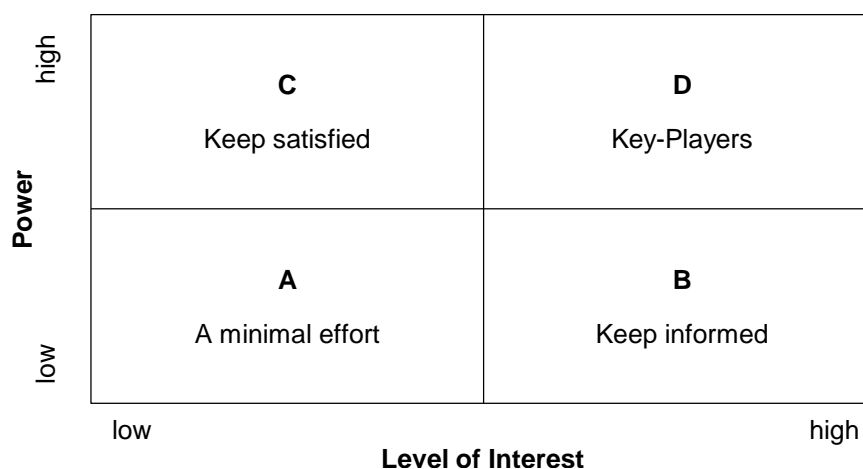


Abbildung 53: Stakeholderanalyse nach Gardner et al. [184]

Unter der Dimension Macht ist dabei der Einfluss einer Interessensgruppe innerhalb der Organisation zu verstehen, während die zweite Dimension das Interesse am Vorhaben widerspiegelt. Je nach Position eines Stakeholders in der Matrix werden Empfehlungen zum Umgang mit der Interessensgruppe abgeleitet. Dies reicht von „A minimal effort“ (geringer Aufwand) bis hin zu „Key-Players“ (Schlüsselpersonen). Die grundsätzlichen Strategien zum Umgang mit den vier Typen werden in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Strategien zum Umgang mit Stakeholdertypen nach Gardner [184]

Stakeholdertyp	Beschreibung / Strategie
Typ A	Diese Gruppe erfordert nur einen geringen Aufwand und geringe Beobachtung.
Typ B	Dieser Typ sollte informiert werden, da er einen wichtigen Einfluss auf die mächtigeren Stakeholder haben kann.
Typ C	Dieser Typ ist aufgrund seines geringen Interesses eher passiv. Jedoch kann er sich in Folge eines bestimmten Ereignisses in die Gruppe D bewegen. Deshalb sollte man ihn zufrieden stellen.
Typ D	Da diese Gruppe sowohl über Interesse als auch Macht verfügt, sollten diese Stakeholder bei der Einführung neuer Strategien besonders bedacht werden, um die nötige Akzeptanz zu erlangen.

Analyseschema von Savage et al.

Ein ähnliches Analyseschema stammt von Savage und teilt die Interessensgruppen ebenfalls in eine Vier-Felder-Tafel bestehend aus zwei Dimensionen ein. Die beiden Dimensionen sind hier „Stakeholder’s potential for threat to organisation“ (Potential der Interessengruppe als Gefährdung für die Organisation) und „Stakeholder’s potential for cooperation with organisation“ (Potential der Interessensgruppe zur Zusammenarbeit mit der Organisation). Beide Dimensionen werden, wie in Abbildung 55 dargestellt, hinsichtlich geringen oder hohen Potentials bewertet. [185]

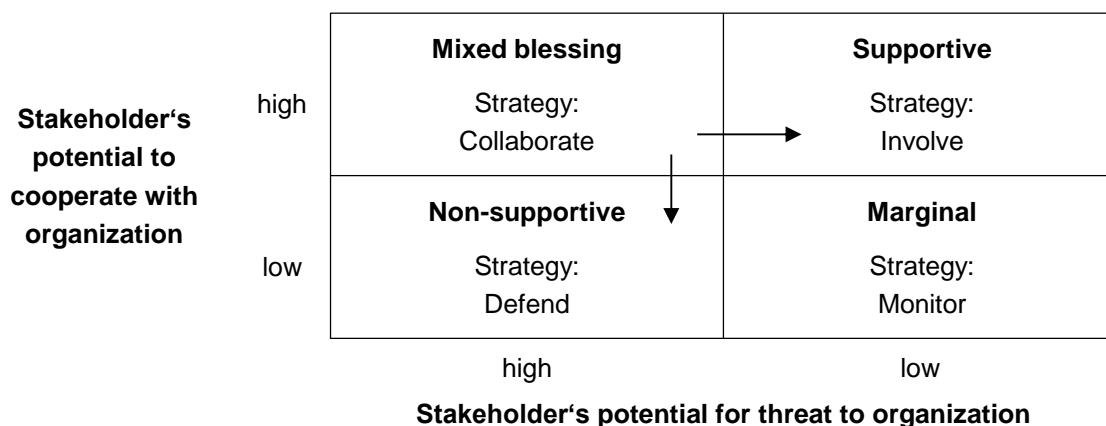


Abbildung 54: Stakeholderanalyse nach Savage et al. [185]

Je nach Einteilung der Interessensgruppen werden für jedes der vier Felder Handlungsempfehlungen gegeben. „Supportive Stakeholder“ unterstützen die Ziele des Vorhabens voll, sind jedoch gleichzeitig keine Gefahr für das Vorhaben. Das sich dadurch ergebende Kooperationspotential sollte daher genutzt und der Stakeholder in das Vorhaben eingebunden werden. „Marginal Stakeholder“ berühren trotz ihres Anspruchs das Vorhaben kaum und stellen somit keine Gefahr für das Vorhaben dar. Es ist jedoch auch nicht mit Kooperation dieser Gruppe zu rechnen. Diese Gruppe kann lediglich beobachtet werden, so dass die Ressourcen für wichtigere Stakeholder eingesetzt werden können. „Non-supportive Stakeholder“ stellen ein besonders hohes Gefahrenpotential dar, da sie nur einen geringen Willen zur Kooperation haben. Kurzfristig ist Verteidigung die beste Strategie, um den Einfluss dieser Gruppe zu minimieren. Langfristig sollte versucht werden den Status des Stakeholders zu verändern, sodass eine bessere Zusammenarbeit möglich wird. „Mixed Blessing“ Stakeholder sind im Modell von Savage et al. als die wichtigste Gruppe anzusehen, da sie sowohl ein hohes Gefahren- als auch Kooperationspotential aufweist. Damit ist diese Gruppe oft unberechenbar und sollte daher eng in das Vorhaben mit eingebunden werden. [185]

Stakeholderanalyse nach Müller-Stewens/Lechner

Auch Müller-Stewens/Lechner verwenden zur Einordnung der Stakeholder ein zweiaxsiges Portfolio zur Klassifizierung. Dabei ist auf der horizontalen Achse das Einflusspotential des Stakeholders auf das Unternehmen, auf der vertikalen Achse das Beeinflussungspotential des Stakeholders durch das Unternehmen abgebildet. Daraus lassen sich vier Grundtypen ableiten, die in einem Analyseschema dargestellt werden können (siehe Abbildung 55). [167]

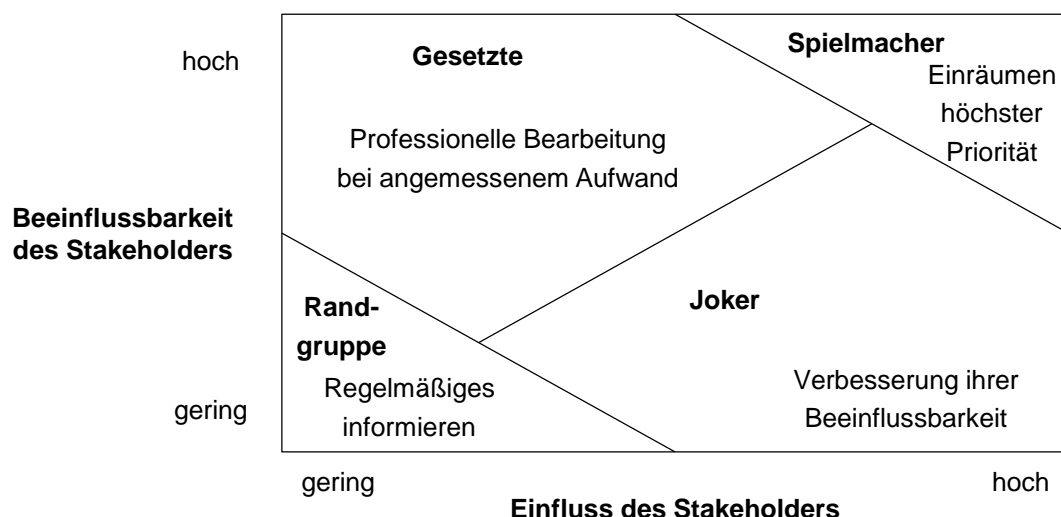


Abbildung 55: Stakeholderanalyse nach Müller-Stewens/Lechner [167]

Der Spielmacher ist in der Lage das Vorhaben zu beeinflussen, kann aber auf der anderen Seite auch stark beeinflusst werden. Daher sollten spezielle Strategien zum Umgang mit dieser Gruppe und zur Sicherung der Beziehung entwickelt werden. Dazu ist beispielsweise eine intensive Kommunikation mit direkten Ansprechpartnern erforderlich. Der Joker wiederum kann das Vorhaben sehr stark beeinflussen, während er selbst kaum beeinflussbar ist. Dieses ungünstige Machtverhältnis sollte z. B. durch die Bildung von Allianzen zugunsten des Vorhabens verbessert werden. Der Gesetzte hat selbst kaum Einfluss, wird jedoch vom Vorhaben stark beeinflusst. Hier bietet sich die Strategie einer professionellen Bearbeitung bei angemessenem Aufwand an. Allerdings ist zu beachten, dass diese Gruppe durch Verbündete schnell an Einfluss gewinnen kann. Die Randgruppe stellt keine wichtigen Ansprüche an das Vorhaben, ist aber gleichzeitig kaum beeinflussbar. Hier ist eine regelmäßige Information ausreichend. Dennoch sollten sie nicht vernachlässigt werden, auch für den Fall, dass sie aufgrund eines bestimmten Ereignisses an Einfluss gewinnen. [167]

Ergebnisse der Stakeholderanalyse

Die Analyse der für das Engineering-relevanten Interessensgruppen nach den oben genannten Methoden von Müller-Stewens/Lechner und Gardner gibt wertvolle Hinweise auf den Umgang mit den Gruppen. Abbildung 56 zeigt das Ergebnis der Analyse nach Müller-Stewens/Lechner.

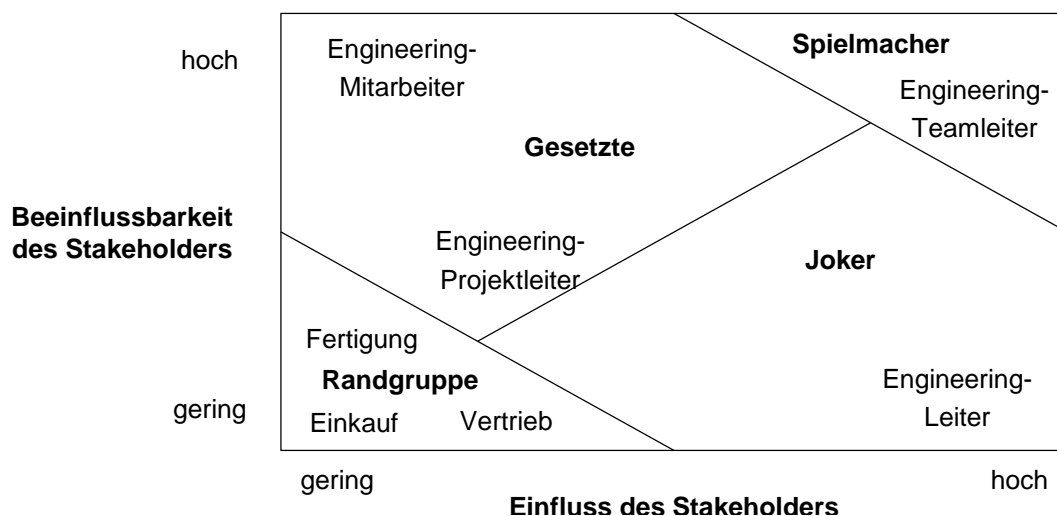


Abbildung 56: Ergebnis der Analyse nach Müller-Stewens/Lechner [S6]

Dabei ist zu erkennen, dass den Engineering-Leitern die Rolle des Jokers zufällt. Engineering-Leiter sind die höchste Autorität im Engineering und üben daher einen sehr hohen Einfluss auf ihre Organisation aus. Gleichzeitig sind sie ihrer Stellung nur schwer beeinflussbar. Sie sollten daher sehr eng in das Vorhaben mit eingebunden werden und durch die Bildung von Allianzen stärker beeinflussbar gemacht werden. Eine weitere wichtige Gruppe stellen die Engineering-Teamleiter in Form ihrer Rolle als Spielmacher dar. Dies liegt zum einen an ihrem Einfluss auf die Engineering-

Mitarbeiter und zum anderen an ihrer Beeinflussbarkeit über die Engineering-Leiter. Engineering-Mitarbeiter sind aufgrund ihrer Stellung in der Organisation gut beeinflussbar und können selbst nur geringen Einfluss auf das Vorhaben ausüben. Sie sind daher als Gesetzte in der Engineering Community anzusehen. Aufgrund geringen Einflusses und geringer Beeinflussbarkeit zählen Fertigung, Einkauf und Vertrieb zu den Randgruppen der Engineering Community.

Zur stärkeren Beachtung des Interesses der Einflussgruppen an der Engineering Community liefert die Analyse nach Gardner wertvolle Hinweise. Abbildung 57 zeigt dabei die Einteilung der Stakeholder in das Modell.

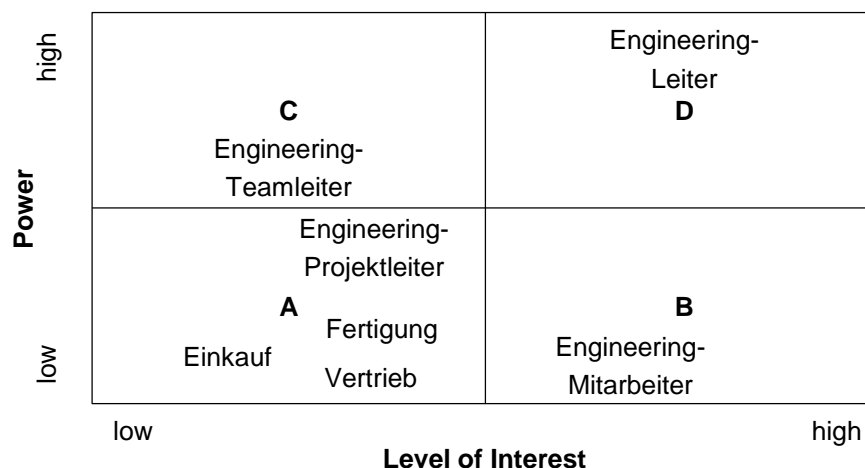


Abbildung 57: Ergebnis der Analyse nach Gardner [S6]

Das Ergebnis der Analyse zeigt, dass auch hier den Engineering-Leitern aufgrund ihrer großen Macht und ihres hohen Interesses eine Schlüsselrolle zufällt und diese besondere Aufmerksamkeit benötigen. Engineering-Teamleiter sollten im Rahmen der Engineering Community zufrieden gestellt werden, auch um zu vermeiden, dass sie durch Allianzen mehr Macht erlangen und das Vorhaben dadurch blockieren. Engineering-Mitarbeiter sind gut zu informieren, während Engineering-Projektleiter, Fertigung, Einkauf und Vertrieb geringen Aufwand erfordern.

Einführung eines Rollenkonzepts als Lösungsansatz

Um den Ergebnissen der Stakeholderanalyse Rechnung zu tragen, wurde ein Rollenkonzept zur Segmentierung der Gruppen entwickelt. Dies ist insbesondere hinsichtlich der Interaktion zwischen Initiativen-Leitung und Community anzuwenden. Die Definition der Rollen erfolgte unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren:

- Berücksichtigung der unterschiedlichen Interessensgruppen
- Unterscheidung zwischen Wissens- und Erfahrungsträgern im Engineering
- Sicherstellung geringer Hürden zur Mitarbeit

Tabelle 20 gibt einen Überblick über die für die Engineering Community entwickelten Rollen. Diese berücksichtigen die oben genannten Aspekte. Damit kann den Mitgliedern der Engineering Community eine entsprechend ihren Bedürfnissen angepasste Möglichkeit der Interaktion ermöglicht werden. Zusätzlich kann damit den verschiedenen Teilnehmergruppen klar kommuniziert werden, welche Aufgaben im Rahmen einer Mitarbeit anfallen und welcher Arbeitsaufwand erwartet wird. Dadurch ist es möglich, dass die Mitarbeiter verschiedene Wahlmöglichkeiten zur Interaktion mit der Community erhalten und sich entsprechend ihrer Bedürfnisse einbringen können.

Tabelle 20: Rollen zur Partizipation an der Engineering Community

Rolle	Aufgabenbeschreibung	Erwarteter Aufwand
Mitglied des Lenkungsgremiums	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auswahl von Themen mit wesentlichem Einfluss auf den Geschäftserfolg des Unternehmens ▪ Feedback und Freigabe von Arbeitsergebnissen der Community 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein bis zwei Treffen pro Jahr ▪ Einzelne themenspezifische Interviews
Aktives Community-Mitglied	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktive Mitglieder haben einen engen Bezug zu einem oder mehreren Themen der Community und wirken in einer Arbeitsgruppe mit ▪ Ihr Beitrag erfolgt über das Einbringen von Erfahrungen, Beispielen oder Best-Practices 	
Mitglied einer Arbeitsgruppe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktive Teilnahme an einer Arbeitsgruppe ▪ Intensive Diskussion der Themen ▪ Feedback zu erarbeiteten Inhalten und erste Freigabestufe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regelmäßige Treffen (drei bis sechs pro Jahr) ▪ Themenspezifische Interviews inklusive Aufforderung zum Feedback
Unterstützer einer Arbeitsgruppe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interview- / Sparringspartner ▪ Teilen von Erfahrungen, Anforderungen, Vorgehensweisen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nach Bedarf: Interview, Telefonat oder Einladung zu Workshops
Passives Community-Mitglied	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fokus auf virtueller Nutzung der Community ▪ Mögliche Erstanwender von Ergebnissen der Arbeitsgruppen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anwesenheit bei Veranstaltungen ▪ Weiterverbreitung der Aktivitäten der Community im Kollegenkreis
Moderatoren und Initiativenleiter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moderation der Arbeitsgruppen ▪ Management der Projekte ▪ Ausarbeitung, Dokumentation und Bereitstellung von Lösungen (Methoden, Guidelines etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Je nach Festlegung von Arbeitspaketen und Arbeitsschritten im Projektplan

4.5.2 Bewertungssysteme für Mitarbeiter

Wie sich in den Ergebnissen der Stakeholderanalyse und der Entwicklung des Rollenkonzepts zeigt, können sich die Mitarbeiter auf verschiedene Art und Weise in die Arbeit der Community einbringen und somit die Wissens- und Methodenarbeit im

Engineering unterstützen. Wichtig ist dabei die Transparenz über die Beteiligung der Mitarbeiter. Aus diesem Grund wurde ein Bewertungssystem entwickelt, dass verschiedene Faktoren der Wissens- und Methodenarbeit berücksichtigt.

Ansätze und Grenzen der Leistungsbeurteilung

Die Berücksichtigung von Beiträgen zum Wissensmanagement spielt in Unternehmen im Rahmen der Leistungsbeurteilung eine unterschiedliche Rolle. Dies reicht von einer fehlenden Berücksichtigung dieses Aspekts in den Zielvereinbarungen der Mitarbeiter, bis hin zu relativ hoher Gewichtung des Wissensmanagements in der Leistungsbeurteilung von Mitarbeitern. Die Branche der Unternehmensberatungen, deren Geschäftsmodell fast ausschließlich wissensbasiert ist, hat bereits in einigen Unternehmen wissensorientierte Aspekte in der Leistungsbeurteilung der Mitarbeiter implementiert [186].

Die Bandbreite reicht hier jedoch von informellen und bei Bedarf zur Verfügung gestellten Informationen bis hin zu stark formalisierten, systemunterstützten Wissensmanagementsystemen. Bei einem stark formalisierten Wissensmanagement werden häufig quantitative Faktoren (z. B. Anzahl der Einträge) zur Leistungsbeurteilung herangezogen. Problematisch hierbei ist der Effekt, dass dadurch häufig die Qualität sinkt und somit sogenannte „Information Junkyards“ entstehen [186].

In der wissenschaftlichen Community setzt sich aus diesem Grund der sogenannte h-Faktor (Hirschfaktor) immer weiter durch und entwickelt sich zu einem wesentlichen Indikator für die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit einer Person. Bei der Berechnung des Hirschfaktors wird die Anzahl der eigenen Veröffentlichungen in Relation zu den Zitierungen der Publikationen durch Arbeiten anderer Wissenschaftler gesetzt [187]. Dadurch soll neben der Quantität insbesondere die Qualität der eigenen Arbeiten berücksichtigt werden, da davon ausgegangen wird, dass qualitativ höherwertige Publikationen häufiger zitiert werden. Somit kann ein Autor nur dann einen hohen h-Faktor erreichen, wenn er selbst viel publiziert und dessen Publikationen aber auch häufig von anderen Personen zitiert werden.

Lösung der Engineering Community

Im Rahmen der Engineering Community sollen daher möglichst geeignete Mechanismen zur Berücksichtigung der Wissensarbeit eines Mitarbeiters etabliert werden. Eine Mischung verschiedener Aspekte verhindert die Fokussierung auf nur eine Optimierungsgröße und somit gezielte Beeinflussung des Ergebnisses. Gleichzeitig sollen für jeden Aspekt verschiedene Möglichkeiten der Beteiligung zur Auswahl stehen, damit die unterschiedlichen Interessen zur Beteiligung am Wissensmanagement besser berücksichtigt werden können. Aus diesem Grund wurden für das Engineering drei zentrale Dimensionen zur Beurteilung des Beitrags einer Person erarbeitet.

- **Feedback und Personalisierung**

Die Dimension Feedback und Personalisierung bezieht sich auf den persönlichen Einsatz des Mitarbeiters, um seine Kompetenzen und sein Wissen möglichst schnell verfügbar zu machen. Aus diesem Grund sind die Reaktionszeiten des Mitarbeiters auf Anfragen zu seinem Wissensgebiet sowie die Pflege und Aktualität des eigenen Kompetenzprofils zentrale Merkmale dieser Dimension. Hintergrund dieses Aspekts ist die für das Projektgeschäft sehr gut geeignete Personalisierungsstrategie (siehe Abschnitt 3.4.3).

- **Qualität der Beiträge**

Neben der Verfügbarkeit von Wissen spielt die Qualität des Wissens eine besondere Rolle. Diese kann aus Sicht eines Mitarbeiters auf zwei Wegen beeinflusst werden: zum einen durch das Verfassen möglichst hochwertiger Beiträge zum Engineering und zum anderen durch konstruktive Ergänzungen zu Wissensdokumentationen anderer Mitarbeiter. Die Qualität der eigenen Beiträge kann durch Bewertungen von Kollegen und die konstruktiven Beiträge zu Wissens-elementen anderer Mitarbeiter über deren Anzahl quantitativ gemessen werden.

- **Anzahl der Beiträge**

Um die Wissensbasis insgesamt zu erhöhen, soll zur Weitergabe von Wissen und Erfahrungen jeder Mitarbeiter beitragen. Um jedoch auch hier die Vorlieben eines jeden Mitarbeiters zu berücksichtigen, sind verschiedene Wege denkbar. So kann die Wissens- und Erfahrungsbasis schriftlich dokumentiert werden oder ein Mitarbeiter entscheidet sich für eine mündliche Weitergabe in Form von Schulungen oder Workshops.

Zur Unterstützung des Evaluationsprozesses der Engineering Community wurde das Knowledge Improvement Framework (KIF) entwickelt. Dabei wird für jeden Mitarbeiter im Rahmen der Leistungsbeurteilung ein persönliches Profil zur Wissensarbeit erstellt. Damit können die persönlichen Präferenzen des Mitarbeiters mit einfließen.

Je Kategorie kann eine Maximalpunktzahl von 10 Punkten erreicht werden. Über die Summe der Durchschnittswerte der drei Kategorien wird sowohl für das Soll- als auch für das Ist-Profil ein Gesamtscore (der sogenannte EC-Score) errechnet. Dieser kann maximal einen Wert 30 erreichen und für übergreifende Vergleiche herangezogen werden. Auch hier verbreitet sich beispielsweise mit dem ResearchGate-Score ein vergleichbares Vorgehen in der wissenschaftlichen Community [188].

Mit Hilfe des Tools kann somit für jeden Mitarbeiter das aktuelle Ist-Profil aufgenommen und ein zu erreichendes Soll-Profil gegenübergestellt werden. Die Skalierung ist dabei für jedes Unternehmen individuell festzulegen, sollte aber ausreichend Interpretationsspielraum lassen, so dass die Mitarbeiter ihr Profil zur Reflexion der eigenen Wissensarbeit einsetzen. Da es nicht als zielführend angesehen wird, rein die Quantität der Beiträge zu Lasten der Qualität zu erhöhen, soll vor allem von der Mög-

lichkeit Gebrauch gemacht werden, ein persönliches Profil anzulegen. So es ist beispielsweise denkbar, das Soll-Profil im Gespräch mit den Mitarbeitern insbesondere auf die Kriterien Schulungen und Aktualität des Kompetenzprofils zu legen. Damit kann jeder Mitarbeiter einen sinnvollen Beitrag leisten, ohne dass darunter die Qualität leidet. Abbildung 58 zeigt einen Ausschnitt aus der Eingabemaske des Tools sowie den über die drei Kategorien aufsummierten EC-Score.

KIF - Knowledge Improvement Framework

Mitarbeiter

Abteilung

Geschäftsjahr

Kategorie	Indikator	Soll		Ist	
Quantität: Aufbau einer breiten Wissensbasis		Ø	6	Ø	4
	Anzahl selbstverfasster Beiträge	◀ ◻ ▶	6	◀ ◻ ▶	3
	Gehaltene Schulungen	◀ ◻ ▶	6	◀ ◻ ▶	5
Qualität: Sicherstellung höchster Qualität des Wissens		Ø	7	Ø	4
	Bewertung durch Kollegen	◀ ◻ ▶	8	◀ ◻ ▶	4
	Anmerkungen zu Beiträgen von Kollegen	◀ ◻ ▶	6	◀ ◻ ▶	4
Persönlicher Einsatz: Schnelle Verfügbarkeit von Kompetenz und Wissen		Ø	7	Ø	3
	Reaktionszeiten auf Anfragen	◀ ◻ ▶	7	◀ ◻ ▶	4
	Pflege des eigenen Kompetenzprofils	◀ ◻ ▶	7	◀ ◻ ▶	2
EC-Score			20		11

Abbildung 58: KIF-Tool zur Bewertung der Wissensarbeit

Neben der reinen Erfassung des Ist- und Soll-Profiles dient die Visualisierung zur schnelleren Identifikation der wichtigsten individuellen Ansatzpunkte in der Wissensarbeit eines jeden Mitarbeiters. Abbildung 59 zeigt dazu die Ist- und Soll-Linie für jedes Kriterium.

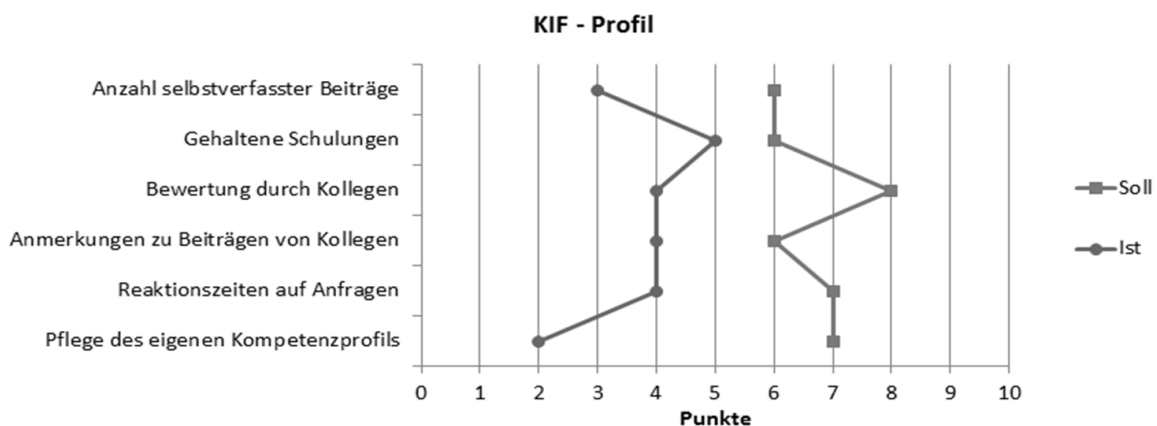


Abbildung 59: KIF-Profil

Die Nutzung des KIF-Tools ist somit ein Hilfsmittel zur aktiven Kommunikation der Beiträge zum Wissens- und Erfahrungsaustausch. Es soll eine Auseinandersetzung mit den persönlichen Stärken des Mitarbeiters hinsichtlich seines Beitrags zur Sicherung und Erweiterung der Wissensbasis im Unternehmen fördern und lässt dabei ausreichend Spielraum auf die persönlichen Bedürfnisse der Mitarbeiter einzugehen. Damit wird die rein quantitative Messung der Wissensarbeit deutlich erweitert.

4.6 Unternehmenskultur

Die Kreativität der Mitarbeiter, die Bereitschaft zur Mitarbeit in der Engineering Community und damit das Teilen und die gemeinsame Erarbeitung von Wissen können nur dann erfolgreich sein, wenn das Unternehmen als solches hierzu aufgeschlossen ist. Zentrale Voraussetzung ist eine Unternehmenskultur, welche die Weitergabe von Wissen unterstützt und insbesondere die Motivation der Mitarbeiter sich an der Wissensarbeit zu beteiligen fördert.

4.6.1 Kultur zur aktiven Weitergabe von Wissen

Die Bedeutung der Unternehmenskultur zur Förderung einer aktiven Weitergabe von Wissen wurde bereits in zahlreichen Arbeiten herausgestellt [189][190][191][192][193][194][195][196][197]. Synonym zum Ausdruck Unternehmenskultur wird häufig auch von „Organisationskultur“ gesprochen. Auf Basis verschiedener Definitionen hat Staiger einige Kernmerkmale der Unternehmenskultur zusammengefasst [189]. Tabelle 21 stellt die wesentlichen Merkmale der Unternehmenskultur als Übersicht dar.

Tabelle 21: Merkmale der Unternehmenskultur, in Anlehnung an [189][198][199][200]

Merkmale der Unternehmenskultur
Gemeinsame Orientierungen, Werte und Handlungsmuster
Implizite und selbstverständliche Annahme als Basis des täglichen Handelns
Vermittlung von Sinn und Orientierung
Prägen von Kognitionen und Emotionen der Mitarbeiter
Kollektiver Wissensvorrat als Ergebnis von Lernprozessen eines Unternehmens
Unbewusste Vermittlung im Sozialisationsprozess

Die genannten Merkmale zeigen, dass die Unternehmenskultur als implizite und selbstverständliche Annahme das tägliche Handeln der Mitarbeiter wesentlich beeinflusst und ihnen als Orientierungshilfe dient. Die Unternehmenskultur wird dabei im Sozialisationsprozess der Mitarbeiter unterbewusst vermittelt und entwickelt sich im Laufe der Zeit zu einem kollektiven Wissensvorrat des Unternehmens.

Im Zusammenhang mit Wissensmanagement hat sich der Begriff der „Wissenskultur“ herauskristallisiert. Dabei wird in der Betriebswirtschaftslehre der Teilbereich der Unternehmenskultur angesehen, der den Umgang mit Wissen im Unternehmen beeinflusst. [189]

Die Wissenskultur als zentraler Erfolgsfaktor für das Wissensmanagement wurde in zahlreichen Arbeiten betont. So wird hervorgehoben, dass bei der Planung von Wissensmanagement meist die technische Lösung im Vordergrund steht, während jedoch die Schaffung einer Kultur des Teilens von Wissen der eigentliche Schlüssel zum Erfolg ist [201]. In die gleiche Richtung zielt die Aussage, dass „die Förderung einer Knowledge Culture sowie die Erzielung eines kulturellen Wandels [...] sicherlich eine der größten Herausforderungen des Wissensmanagements“ [191] ist.

Als zentrale Werte einer Wissenskultur wurden von Staiger Vertrauen, Zusammenarbeit, Fürsorge, Offenheit, Lernbereitschaft und -fähigkeit, Fehlertoleranz sowie Autonomie identifiziert. Zur Analyse der Wissenskultur in einem Unternehmen können daher die genannten Werte herangezogen werden. Als Hilfsmittel zur Darstellung der Ist-Kultur in einem Unternehmen kann die Ausprägung der einzelnen Dimensionen in einem Diagramm dargestellt werden. Abbildung 60 zeigt eine beispielhafte Ausprägung der Wissenskultur.

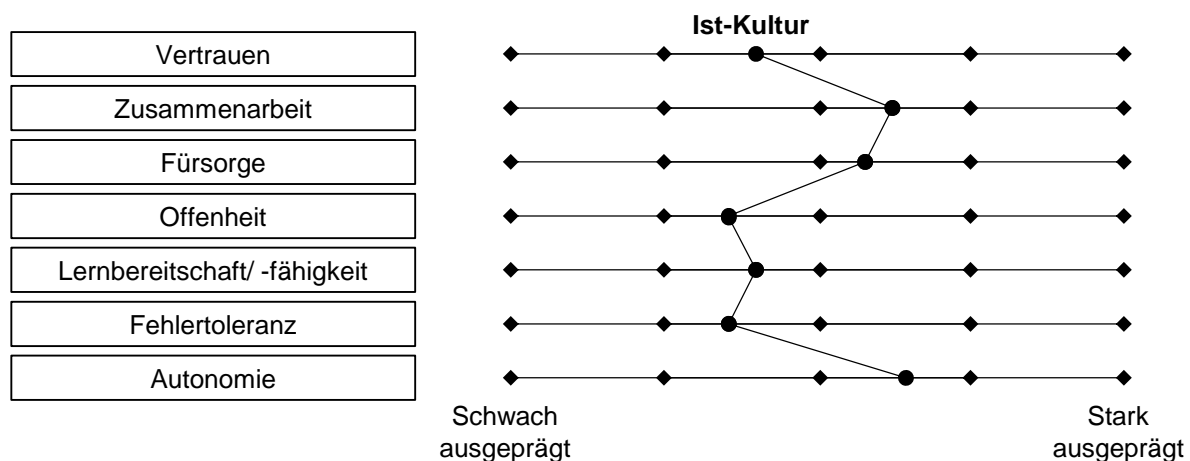


Abbildung 60: Ausprägung der Wissenskultur, in Anlehnung an [189]

Das Hilfsmittel kann zudem dazu eingesetzt werden, um über die Festlegung einer Soll-Kultur und sich der daraus ergebenden Soll/Ist-Differenz die wesentlichen Handlungsfelder zur Veränderung der Kultur eines Unternehmens zu bestimmen.

Die Ergebnisse können dann im nächsten Schritt dazu genutzt werden, um konkrete Maßnahmen zur Förderung einer wissensorientierten Unternehmenskultur durchzuführen. Dazu sind die Mitarbeiter des Unternehmens als die eigentlichen Kulturträger zentraler Ansatzpunkt. Unterstützt werden diese durch die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen (Kontext) sowie durch die Führungskräfte. Tabelle 22 stellt

Maßnahmen zur Förderung einer wissensorientierten Unternehmenskultur anhand der genannten Wissenskulturwerte dar. [189]

Tabelle 22: Maßnahmen für eine wissensorientierte Unternehmenskultur, in Anlehnung an [189]

Wissens- kulturwerte	Maßnahmen zur Gestaltung einer wissensorientierten Organisationskultur		
	Kulturträger	Kontextbedingungen	Führung
Vertrauen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regelmäßiger Austausch ▪ Gemeinsame Erfahrungen ▪ Erzeugung einer gemeinsamen Ausgangsbasis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Räumliche Nähe ▪ Standards ▪ Unterstützende IuK-Technologie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorbildfunktion ▪ Reflektion unbewusster Menschenbilder der Führungskräfte
Zusammenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemlösungsmethoden ▪ Teamentwicklungsmaßnahmen ▪ Weiterbildungsmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kooperative Arbeitsformen ▪ IuK-Technologien ▪ Anreizsysteme ▪ Inoffizielle Zusammenkünfte 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regelmäßige (Feedback-) Gespräche ▪ Förderung der unternehmensweiten Kooperation
Fürsorge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mentoring-/ Coaching - Programme ▪ Bereitstellung von Ressourcen zur Qualifizierung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anreizsysteme ▪ Mitarbeiterorientierte Organisationsmodelle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regelmäßige Mitarbeitergespräche ▪ Führungskraft als Coach / Lernbegleiter
Offenheit und Lernbereitschaft /-fähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Experten-Novizen-Dialog ▪ Analyse von Problemlösungen und Fehlern ▪ Vermittlung von Arbeitstechniken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projektbasiertes Erfahrungslernen ▪ Communities-of-Practice ▪ Action Learning ▪ Lessons Learned Workshops 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fehler des Monats ▪ „Feiern“ von Projekterfolgen und -misserfolgen ▪ Vorbildfunktion im Umgang mit Wissen
Autonomie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausweitung des Handlungsspielraums ▪ Personalauswahl ▪ Kompetenzentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selbstorganisierte Teams ▪ Schaffung von Freiräumen ▪ Partizipation bei Planung und Kontrolle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Partizipativer Führungsstil ▪ Reflektion von Entscheidungen ▪ Mitarbeitergespräch

Lösung der Engineering Community

Die Engineering Community setzt entsprechend Tabelle 22 an den Werten der Wissenskultur an und berücksichtigt die empfohlenen Maßnahmen explizit in ihrer Ausgestaltung. Folgende Abschnitte geben einen Überblick über die dazu abgeleiteten

Maßnahmen zur Förderung einer wissensorientierten Unternehmenskultur zur Unterstützung der Engineering Community.

Vertrauen

Der Aufbau von Vertrauen innerhalb der Engineering Community ist zentrale Voraussetzung für ein Funktionieren der Community. Nur damit kann sichergestellt werden, dass besonders wertvolle Erfahrungen, insbesondere aber auch Probleme der beteiligten Mitarbeiter diskutiert und geteilt werden können. In der Arbeit der Community soll das Vertrauen vor allem durch unterschiedliche Möglichkeiten der Beteiligung gefördert werden. So können Erfahrungen und Probleme sowohl in großer Runde auf Veranstaltungen, insbesondere aber auch in den kleineren Arbeitsgruppen oder unter voller Vertraulichkeit in direkten Gesprächen mit den Moderatoren diskutiert werden. Dadurch wird sichergestellt, dass für jedes Mitglied der Community verschiedene Kanäle bereitstehen und je nach Präferenz des Mitarbeiters ein vertrauensvoller Umgang mit den Erfahrungen sichergestellt wird.

Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit innerhalb der Community stellt ein wichtiges Element im Konzept dar. Wie bereits bei Ausgestaltung der Kommunikationssysteme erläutert, wird die Zusammenarbeit durch kollaborative Tools des Web 2.0 unterstützt. Somit kann jeder Interessierte zu jeder Zeit Beiträge leisten. Darüber hinaus sind die bereits erwähnten Arbeitsgruppen ein zentrales Mittel zur Förderung der Zusammenarbeit. Auch hier werden die Beiträge der Mitglieder geschätzt und fließen in die Methodenentwicklung ein.

Fürsorge

Die Engineering Community als fachspezifisches Netzwerk geht aufgrund des zugrunde liegenden bottom-up Ansatzes besonders intensiv auf die Bedürfnisse der Mitglieder und deren zentralem Wunsch nach Vernetzung und Problemlösung ein. Neben den Vernetzungsmöglichkeiten im Rahmen der Aktivitäten der Community, kommt dem Aspekt der Problemlösung ein besonders hoher Stellenwert zu. So werden nach Möglichkeit sämtliche Aktivitäten der Community durch Moderatoren unterstützt und dienen damit einer aktiven Unterstützung der Mitglieder.

Offenheit

Die Idee der Engineering Community beruht auf einer freiwilligen Mitarbeit der interessierten Ingenieure. Dies erfordert eine breite und offene Kommunikation und bedeutet, dass sämtliche Ziele der Initiativenleitung transparent zu vermitteln sind. Nur dadurch wird das Handeln für alle Beteiligte nachvollziehbar. Damit wird zudem sichergestellt, dass die Mitglieder wissen, welchen Nutzen sie sich von einer aktiven Beteiligung erwarten können. In der Umsetzung sind aus diesem Grund die neuesten

Entwicklungen der Community sowie gegebenenfalls festgelegte Zielvorgaben regelmäßig zu kommunizieren.

Lernbereitschaft und -fähigkeit

Die Lernbereitschaft und -fähigkeit als wichtiger Wert einer wissensorientierten Unternehmenskultur wird durch den Community-Ansatz selbst unterstützt. So werden im Rahmen der Community zahlreiche Möglichkeiten bereitgestellt, um Erfahrungswissen weiterzugeben und auszutauschen.

Autonomie

Die Autonomie innerhalb der Community wird durch die starke inhaltliche Mitbestimmung der Teilnehmer sichergestellt. So können, wie bereits erläutert, Teilnehmer der Arbeitsgruppen die Schwerpunkte der Arbeit selbst festlegen und erhalten somit große Gestaltungsspielräume.

Auf Basis der dargestellten Maßnahmen wird ein wichtiger Beitrag zur Förderung einer wissensorientierten Unternehmenskultur geleistet. Wichtig dabei ist, dass die Maßnahmen nachhaltig und besonders sorgsam umgesetzt werden, damit das gewonnene Vertrauen gesichert werden kann.

4.6.2 Motivation zur Mitarbeit

Neben der Schaffung einer Unternehmenskultur, die die aktive Weitergabe des Wissens fördert, sind zusätzlich Maßnahmen zur Steigerung der Motivation der Mitarbeiter hinsichtlich einer Beteiligung an der Wissensarbeit erforderlich. Dazu wird zunächst auf grundsätzliche Motivationsfaktoren eingegangen, anschließend werden Empfehlungen für die Umsetzung in der Engineering Community gegeben.

Motivationsfaktoren

Grundlegende Modelle zur Motivation wurden von Maslow und Herzberg entwickelt. Die von Maslow beschriebene Hierarchie der Bedürfnisse wird meist als Pyramide dargestellt, in welcher der Mensch versucht die Bedürfnisse der jeweils nächst höheren Stufe zu befriedigen. Herzberg hingegen teilt die Einflussgrößen in zwei Faktorengruppen ein: die Hygienefaktoren und die Motivatoren.

Bedürfnishierarchie nach Maslow

Die grundlegenden Bedürfnisse nach Maslow und somit auch die Basis der Pyramide stellen mit körperlichem Wohlbefinden und Sicherheit die ökonomischen Bedürfnisse dar. Die darüber angesiedelten Bedürfnisse Gesellschaft und Wertschätzung werden als soziale Bedürfnisse bezeichnet. An der Spitze der Pyramide stehen mit der Selbstverwirklichung die idealistischen Bedürfnisse. Erst wenn die Bedürfnisse einer Ebene befriedigt sind, so strebt der Mensch nach der nächst höheren Ebene und empfindet dies motivierend. Abbildung 61 zeigt die Pyramide als Übersicht. [202]

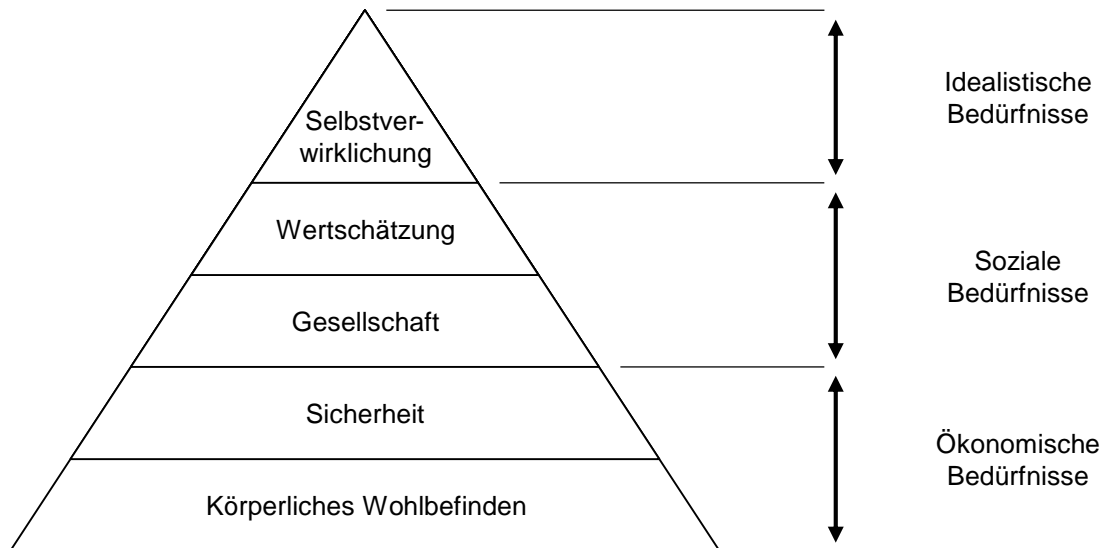


Abbildung 61: Bedürfnispyramide nach Maslow [202]

Zwei-Faktoren-Theorie von Herzberg

Die Zwei-Faktoren-Theorie von Herzberg enthält sogenannte Hygienefaktoren und Motivatoren. Hygienefaktoren werden auch als „Stabilisatoren“ bezeichnet und stellen Rahmenbedingungen des Arbeitsprozesses dar, die zufriedenstellend gestaltet sein müssen, damit keine leistungshemmende Unzufriedenheit entsteht. Diese beinhalten beispielsweise gute Arbeitsplatzausstattung, Sicherheit des Arbeitsplatzes, gerechte Entlohnung, gute zwischenmenschliche Beziehungen, angemessene Sozialleistungen sowie gutes Firmenimage. Jedoch erst die Motivatoren sind die in der Arbeit selbst begründeten Handlungsanreize. Dazu gehören insbesondere interessante Arbeitsaufgaben, Erfolgserlebnisse, Entscheidungsbefugnis, Anerkennung, selbständiges Arbeiten, Eigenverantwortung, Leistungswettbewerb und Aufstiegschancen. [202]

Die Modelle von Maslow und Herzberg sind jedoch nur als Erklärungsansätze zu sehen und sollen Hinweise auf motivationsfördernde Faktoren geben. Das reale Verhalten eines Menschen bilden sie nicht ab.

Motivation von Wissensarbeitern

Sehr viel stärker in den Vordergrund gerückt sind die Motivationsfaktoren der sogenannten „Wissensarbeiter“. Damit sind die Menschen gemeint, die insbesondere in wissensintensiven Branchen beschäftigt sind und den Unternehmen den „vierten Produktionsfaktor“ Wissen als Ressource bereitstellen. Hierzu kann auch das Engineering gezählt werden. [203]

Die Motivation wird dabei als Prozess gesehen, an dessen Beginn unbefriedigte Bedürfnisse stehen. Zu konkreten Handlungen führt dies jedoch erst dann, wenn der Mensch bestimmte Motive (Antriebskräfte des menschlichen Handelns) hat, die Be-

dürfnisse zu befriedigen und Ziele zu erreichen. Die Anreize zur Aktivierung des Handelns dazu sind intrinsische Voraussetzungen oder extrinsische Bedingungen. [203]

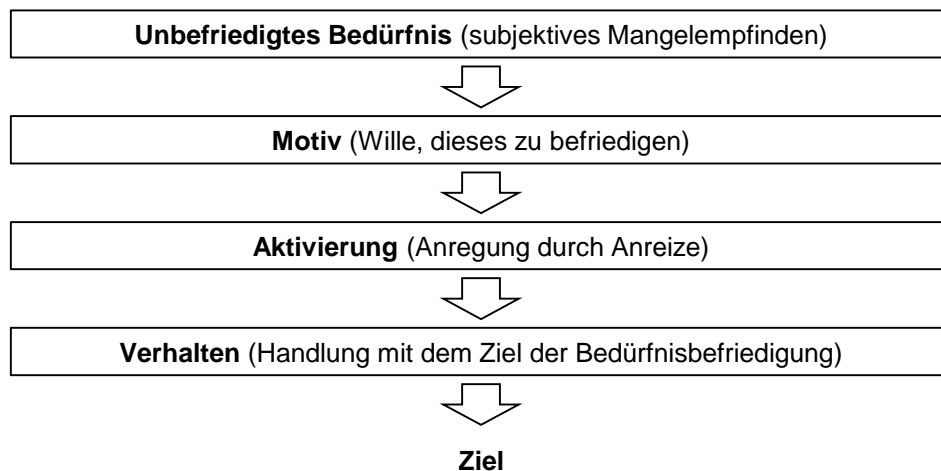


Abbildung 62: Motivationsprozess [203]

Wissensarbeiter, die mit ihrem Wissen und ihren Kompetenzen ein knappes Gut besitzen, stellen häufig besondere Anforderungen an eine Organisation. Diese drücken sich in Bedürfnissen aus, die im Rahmen ihrer Arbeit befriedigt werden sollen und so zur Motivation beitragen. Dazu gehören beispielsweise erhöhte Tätigkeits- und Entscheidungsspielräume, die Etablierung als Experten für bestimmte Themenfelder oder wesentliche Freiheiten bei der Wahl von Projekten zum Sammeln neuer Erfahrungen. [204][205][206][203]

Motivation vs. Manipulation

Bei der Motivation der Mitarbeiter muss jedoch darauf geachtet werden, dass diese motiviert, aber nicht manipuliert werden. Unter Motivation wird dabei die Beeinflussung einer Person in dessen eigenem Interesse, unter Manipulation die ausschließliche Fokussierung auf fremde Interessen verstanden [207]. Dieser Unterschied wird in Abbildung 63 verdeutlicht.

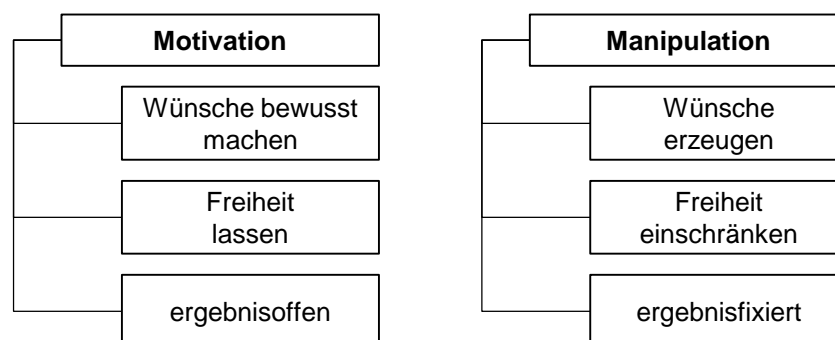


Abbildung 63: Gegenüberstellung Motivation – Manipulation [208]

Motivationsprinzip der Engineering Community

Zur Motivation der Mitarbeiter an einer aktiven Mitarbeit in der Community wird daher auf die Erkenntnisse der Motivationsforschung zurückgegriffen. Aufgrund der hohen Bedeutung des Faktors Wissen im Anlagenengineering sind die aktivierenden Faktoren der Wissensarbeiter besonders relevant. Für die Engineering Community wurden daher die folgenden Prinzipien entwickelt:

- **Freiwillige Teilnahme an Arbeitsgruppen**

Die Teilnahme an Arbeitsgruppen erfolgt grundsätzlich freiwillig und somit auf Basis eines gemeinsamen Interesses am Fachthema. Die Arbeitsgruppe bezieht ihre Wissensgrundlage aus der Vielfalt der Teilnehmer und stiftet neben den Wissenselementen der Teilnehmer insbesondere durch die inhaltliche Aufbereitung und Strukturierung des Moderators zusätzlichen Nutzen. Die Teilnehmer sind somit die Ersten, die von den Erfahrungen profitieren und diese in ihrem Verantwortungsbereich weiterentwickeln und anwenden können.

- **Inhaltliche Mitbestimmung durch die Teilnehmer**

Eng verbunden mit der freiwilligen Teilnahme an den Arbeitsgruppen ist die inhaltliche Mitbestimmung der Mitglieder. Zwar kommen wesentliche inhaltlichen Leitlinien aus der Engineering-Leitung, die genaue Ausgestaltung und die Festlegung der Schwerpunkte ist jedoch zentrale Aufgabe der Arbeitsgruppe. Damit wird sichergestellt, dass möglichst hoher Nutzen für die Mitglieder entsteht.

Ein weiterer Aspekt der Community ist die Möglichkeit der Mitglieder eigene Themen zu definieren und voranzutreiben. Wie bereits beschrieben, können themenspezifische Unter-Communities gegründet werden. Bei intensiver Nutzung der Unter-Communities können zudem strukturierte Projekte beantragt werden. Damit erhalten die Teilnehmer intensive Unterstützung durch die Initiativenleitung.

- **Veröffentlichung von Erfolgsgeschichten der Teilnehmer**

Neben den inhaltlichen Entscheidungsspielräumen wird durch die Positionierung der Mitglieder als Fachexperten ein weiterer wichtiger Motivationsfaktor adressiert. So werden Erfolgsgeschichten der Arbeitsgruppenmitglieder veröffentlicht, so dass sie ihre Expertenstellung in einem Fachgebiet auch über die Arbeitsgruppe hinaus aktiv kommunizieren können. Dies ist insbesondere für die Identifikation mit dem spezifischen Thema wichtig.

- **Veröffentlichung des EC-Score**

Als ergänzende Maßnahme zur Förderung einer positiven Außendarstellung der Teilnehmer soll der zuvor beschriebene EC-Score eingesetzt werden. Diese Kennzahl bildet die Partizipation eines Teilnehmers im Rahmen der Wissensarbeit der Community ab und kann damit für übergreifende Vergleiche in

Form von Ranglisten eingesetzt werden. In einem weiteren Schritt ist es möglich den EC-Score als weiteres Kriterium bei Entscheidungen über Beförderungen von Mitarbeitern einzusetzen.

- **Durchführung von Vorträgen und Erfahrungen durch die Teilnehmer**
Zusätzlich zur Veröffentlichung von Erfolgsgeschichten sollen die Teilnehmer ihre Ergebnisse bei Veranstaltungen der Community selbst präsentieren. Dadurch wird die Profilbildung weiter gefördert.
- **Wertschätzung der Teilnehmer durch gemeinsame Aktivitäten**
Das Engagement der Teilnehmer wird auch außerhalb der inhaltlichen Arbeit unterstützt. Dazu förderlich ist eine Wertschätzung der Mitarbeit durch gemeinsame Aktivitäten.
- **Gestaltung der Arbeitsweise durch die Teilnehmer selbst**
Ein weiterer Motivationsfaktor besteht in der Gestaltung der Arbeitsweise. So wird auch hier den Teilnehmern Spielraum gegeben, so dass sich die Methodenarbeit möglichst optimal in den Arbeitsalltag integrieren lässt und keine zusätzliche Belastung darstellt.
- **Förderung des übergreifenden Austauschs mit anderen Organisationen**
Interessante inhaltliche Diskussionen mit anderen Unternehmen oder Organisationen fördern die Motivation ebenfalls. So wird der Fokus auf das eigentliche Thema gelegt und weniger auf das Unternehmen als verbindendes Element.

Mit Hilfe der genannten Maßnahmen werden gezielt motivationsfördernde Faktoren der Wissensarbeiter im Anlagenengineering adressiert und dadurch der Erfolg der Engineering Community insbesondere hinsichtlich der dezentralen Integration der Wissensträger forciert.

4.7 Fähigkeiten

Zum erfolgreichen Wissens- und Erfahrungsaustausch im Rahmen der Engineering Community, aber auch zur erfolgreichen Umsetzung der erarbeiteten Engineering-Methoden sind zahlreiche Fähigkeiten und Kompetenzen erforderlich. Daher ist es besonders wichtig, sowohl die erforderlichen Kompetenzen zur Beteiligung am Wissensmanagement zu kennen, jedoch auch gleichzeitig Konzepte bereitzuhalten, um erforderliche Fähigkeiten im Rahmen von Schulungsangeboten zu vermitteln.

4.7.1 Erforderliche Kompetenzen

Die für die Arbeit der Community erforderlichen Kompetenzen müssen in erster Linie von der Initiativenleitung und den Moderatoren beherrscht werden, aber auch die Teilnehmer der Community sollten die richtigen Fähigkeiten zur effizienten Wissensarbeit mitbringen.

Mitglieder von Community und Arbeitsgruppen

Die Mitglieder der Community sollen insbesondere ihre Fachexpertise und damit ihre Erfahrungen zu methodischen Fragenstellungen aus der Arbeit im Engineering einbringen. Die dazu erforderlichen Kompetenzen bestehen vor allem in der Fähigkeit zu offener Kommunikation und im Transfer von Lösungsansätzen.

Initiativenleitung und Moderatoren

In ihrer Rolle als zentrale Koordinatoren der Community müssen sowohl Initiativenleitung als auch Moderatoren eine große Bandbreite an Kompetenzen abdecken. Neben der Aufgabe zur Führung der Arbeitsgruppen und der Fähigkeit zur intensiven inhaltlichen Diskussion, resultieren aus wissensintensiven Aufgaben wie der hier im Fokus stehenden Methodenentwicklung weitere erforderliche Kompetenzen.

Bullinger et al. teilen die Kompetenzen von Wissensarbeitern in fachlich-methodische, personale, sozial-kommunikative sowie aktivitäts- und umsetzungsorientierte ein [203]. Tabelle 23 greift einige der dabei genannten Kompetenzen auf und erweitert diese um spezielle Anforderungen der Community. Bei der Auswahl von Initiativenleitung und Moderatoren ist daher auf die dargestellten Kompetenzen zu achten, um ein Funktionieren der Engineering Community zu unterstützen.

Tabelle 23: Kompetenzen von Initiativenleitung und Moderatoren

Kompetenz	Beschreibung
Analysieren	Die Moderatoren genauso wie der Initiativenleiter müssen in der Lage sein sehr schnell die verfügbaren Informationen zu analysieren und die richtigen Schlüsse daraus zu ziehen.
Kommunizieren	Durch die zentrale Aufgabe, den Austausch innerhalb der Community zu fördern, ist die Kommunikationsfähigkeit von hoher Bedeutung für die Auswahl der Moderatoren.
Moderieren	Da die unterschiedlichen Ansichten und Erfahrungen der Community zu gemeinsamen Lösungen zusammengeführt werden müssen, ist ein hohes Maß an Moderationsfähigkeit erforderlich.
Motivieren	Da sich die Mitglieder der Community freiwillig an den Aktivitäten beteiligen, müssen diese fortlaufend motiviert werden. Dies ist zentrale Aufgabe der Moderatoren und der Initiativenleitung.
Abstrahieren	Die angestrebten Lösungen sollten für verschiedene Anwendungsfälle nutzbar sein. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die erarbeiteten Methoden einen gewissen Abstraktionsgrad erhalten.
Konkretisieren	Um jedoch keine zu abstrakten Lösungen zu erarbeiten und durch eine gute Anwendbarkeit von Ergebnissen einen schnellen Nutzen für die Mitglieder zu erzeugen, sind die Lösungen anhand klarer Randbedingungen zu beschreiben. Dies bedeutet, die Moderatoren müssen in der Lage sein, einzelne Fragestellungen sehr genau herauszuarbeiten und die Community mit diesen konkreten Lösungen zu unterstützen.

4.7.2 Qualitätsorientierte Entwicklung von Schulungen im Engineering

Sowohl die zur Wissensarbeit erforderlichen Kompetenzen als auch die im Rahmen der Community erarbeiteten Methoden müssen den Mitarbeitern des Unternehmens effektiv und effizient vermittelt werden. Aus diesem Grund sind klare Vorgehensweisen zur effektiven und effizienten Erarbeitung von entsprechenden Schulungsangeboten sowie deren Qualitätssicherung von hoher Bedeutung.

Entwicklungsprozesse für Trainingsangebote

In der Literatur finden sich verschiedene Ansätze zur Beschreibung der Entwicklung und des Ablaufs betrieblicher Weiterbildungsangebote. Wichtige Modelle werden in den folgenden Abschnitten dargestellt.

Modell des Trainingsprozesses nach Simone Kauffeld

Der von Simone Kauffeld vorgestellte Prozess deckt alle Schritte von der Analyse des Trainingsbedarfs bis hin zur Evaluation des Trainings ab [209]. Dabei werden wichtige Hinweise gegeben, was bei der systematischen Planung und Durchführung eines Trainingsprogramms zu beachten ist. Schwerpunkt der in der zugrunde liegenden Ausarbeitung sind jedoch Methoden zur Evaluierung des Trainingserfolgs. Abbildung 64 zeigt das Modell in der Übersicht.

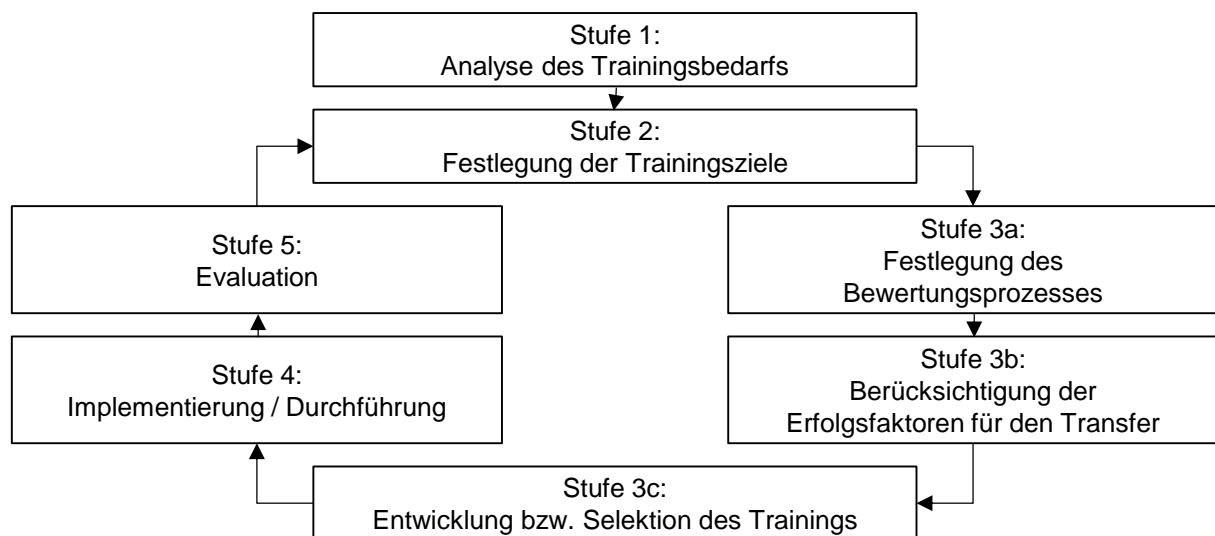


Abbildung 64: Modell des Trainingsprozesses nach Simone Kauffeld, in Anlehnung an [209]

Funktionszyklus des betrieblichen Bildungswesens

Ein weiteres Modell stellt die betriebliche Weiterbildung als Funktionszyklus zur Verbindung der unternehmensinternen und der unternehmensexternen Welt dar. Der von Herbert Hölterhoff und Manfred Becker entwickelte Zyklus beinhaltet die Schritte

Bedarfsanalyse, Zielsetzung, Planung, Realisierung und Erfolgskontrolle. Abbildung 65 zeigt das Modell. [210]

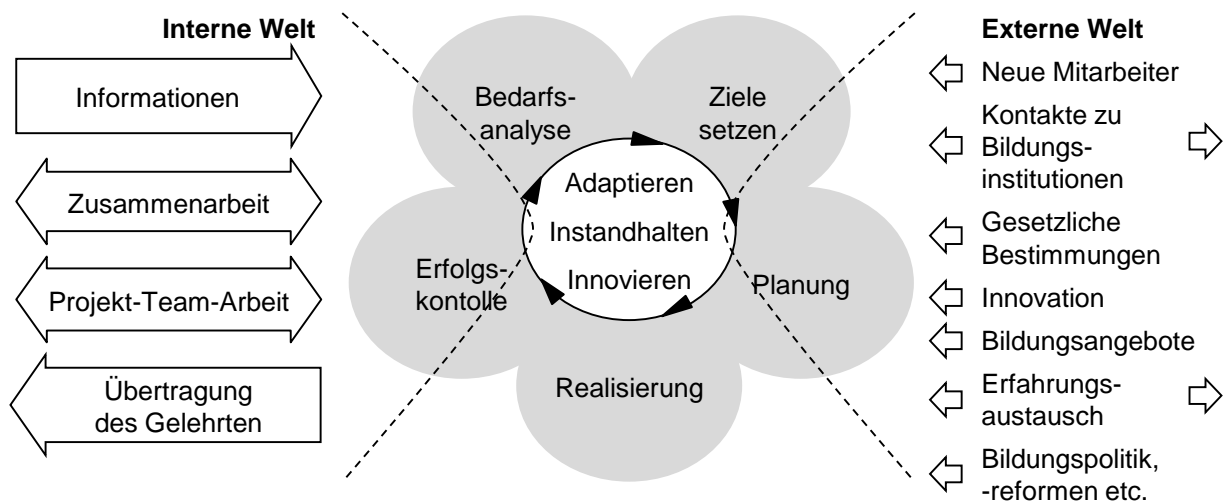


Abbildung 65: Funktionszyklus der betrieblichen Weiterbildung, in Anlehnung an [210]

Richtlinie DIN ISO 29990:2010

Neben den in Fachbüchern beschriebenen Modellen stellt die Norm DIN ISO 29990:2010 ein Qualitätsmodell für die Planung, Entwicklung und Durchführung von Aus- und Weiterbildung dar. Ähnlich wie die bereits vorgestellten Modelle gliedert sich die Norm in die Schritte Bestimmen des Lernbedarfs, Gestalten des Trainings, Erbringen des Trainings, Monitoring des Trainings sowie Evaluation des Trainings. [211]

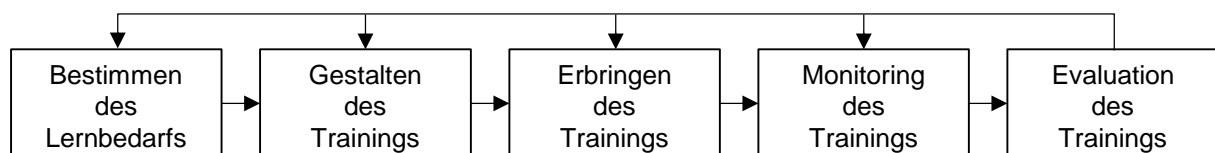


Abbildung 66: Trainingsprozess nach DIN ISO 29990:2010, in Anlehnung an [211]

Die dargestellten Modelle zum Ablauf betrieblicher Weiterbildung greifen alle die grundlegenden Schritte Bedarfsanalyse, Vorbereitung des Trainings, Durchführung des Trainings sowie Evaluation auf. Dabei liegt der Fokus der einzelnen Modelle meist auf unterschiedlichen Phasen. So wird beispielsweise bei Simone Kauffeld detailliert auf die Vorbereitung der Evaluation sowie der Durchführung eingegangen, während dieser Aspekt in anderen Modellen weitgehend unbeachtet bleibt. Eine durchgehende, qualitätsorientierte Gestaltung eines Schulungsangebots samt geeigneten Checklisten ist in keinem der Modelle enthalten.

Gestaltung eines Trainingsprogramms

Zur effizienten und qualitätsorientierten Entwicklung von Trainingsprogrammen wurde für die Engineering Community daher basierend auf den vorhandenen Modellen ein durchgängiger Prozess gestaltet. Dieser gliedert sich in die grundlegenden Phasen Definition, Planung, Durchführung und Evaluation. Die beiden ersten Phasen enthalten zahlreiche einzelne Schritte und ermöglichen somit ein detailliertes Vorgehen. Für jeden der Teilschritte existieren ein klar definiertes Ziel, zur Auswahl stehende Bausteine sowie geeignete Methoden zur Erreichung Ziele. Abbildung 67 zeigt den Prozess im Überblick.

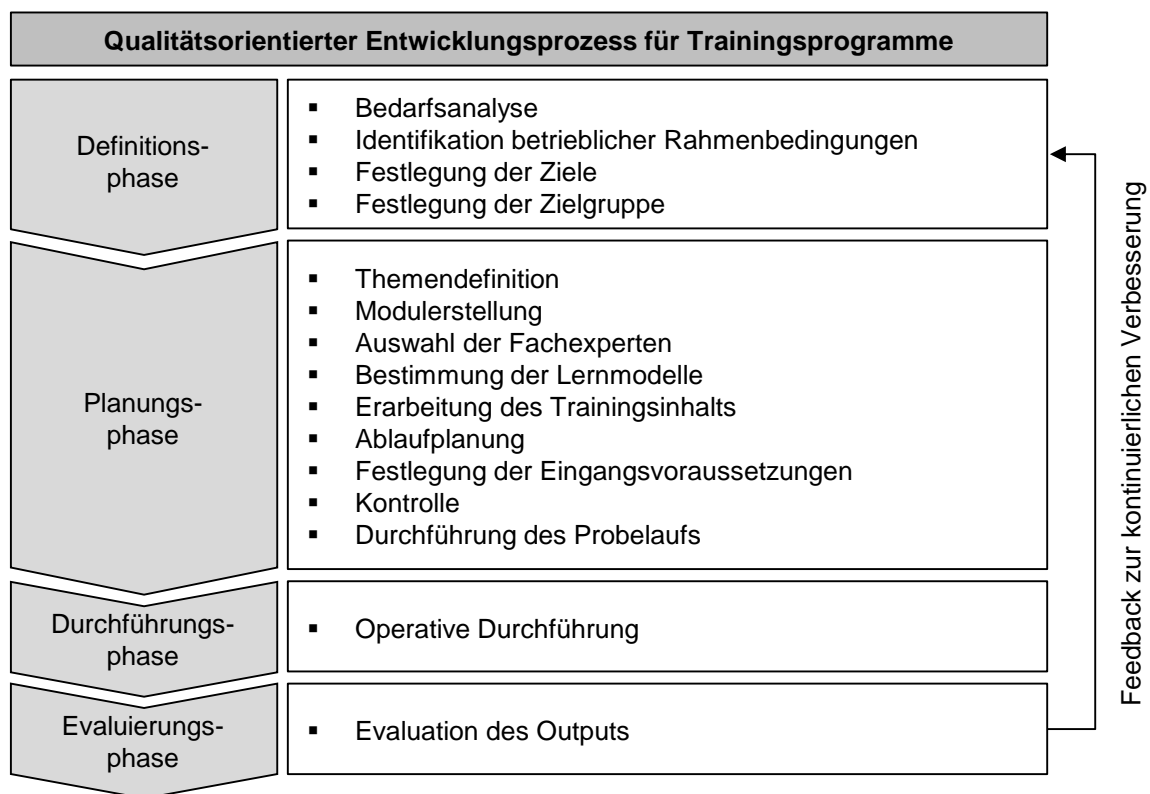


Abbildung 67: Qualitätsorientierter Entwicklungsprozess für Trainingsprogramme [S7]

Qualitätsorientierte Checkliste für Trainingsprogramme

Ergänzt wird das Prozessmodell um eine Excel-basierte Checkliste, die sämtliche Teilschritte des Modells aufgreift und die Vorbereitung eines Trainingsprogramms unterstützt. Dazu wird jeder Teilprozess in die zur Auswahl stehenden Bausteine unterteilt und mit je einer konkreten Frage zur Abarbeitung der Inhalte hinterlegt. Abbildung 68 zeigt die ersten beiden Teilschritte der Definitionsphase samt Ziel und Bedeutung des Teilschritts, empfohlenen Bausteinen und geeigneten Methoden.

1. Definitionsphase						
Nr.	Subphasen	Fragen	Anmerkungen	n.a.	ja	nein
1.1.	Bedarfsanalyse	Wurde eine eingehende Bedarfsanalyse durchgeführt, um den Trainingsbedarf in der Organisation zu identifizieren und zu dokumentieren?	Ziel: Feststellung der aktuellen und zukünftigen Bedarfe Bausteine: Organisationsanalyse, Aufgabenanalyse, Personenanalyse Bedeutung: Wird dieser Schritt übersprungen, kann es dazu führen, dass das Training - die Bedürfnisse der Organisation nicht abdeckt, - nicht zum gewünschten Erfolg führt. Methoden: Interviews, Beobachtungen, Fragebögen, Analyse von Dokumenten und Berichten, die Konsultation von Schlüsselpersonen und Gruppendiskussionen, Benchmarking			
1.2.	Identifikation betrieblicher Rahmenbedingungen	Wurden die betrieblichen Rahmenbedingungen mit allen Stakeholdern geklärt?	Ziel: Klärung der betrieblichen Rahmenbedingungen für die Trainingsmaßnahmen mit allen Stakeholdern Bausteine: - Planung der Ressourcen (Zeit, Budget, fachliche Experten) - Klärung des Management-Engagements Bedeutung: - Ohne langfristige Ressourcenplanung könnte es während der Entwicklung oder Durchführung des Trainingsprogramms zur Ressourcenknappheit kommen. - Ist eine Zielerfüllung mit den vorhandenen Ressourcen nicht möglich, können Alternativen wie die Beauftragung eines externen Trainingsanbieters oder Einbinden eines Sponsors erwogen werden. - Die Unterstützung des Managements ist für die Entwicklung und Umsetzung eines erfolgreichen und hochwertigen Trainingsprogramms unverzichtbar. Methoden: Gruppendiskussionen, persönliche Gespräche, Analyse von Dokumenten, Konsultation von Schlüsselpersonen			

Abbildung 68: Teilschritte der Definitionsphase [S7]

Zusätzlich kann die Checkliste bis auf die Bausteine heruntergebrochen werden, um den Bearbeitungsstand zu dokumentieren. Jeder Baustein enthält dabei, neben der konkreten inhaltlichen Frage zur Umsetzung, ein konkretes Ziel, die zur Erreichung des Ziels erforderlichen Schritte und gegebenenfalls geeignete Methoden. Abbildung 69 zeigt die Bausteine der Bedarfsanalyse.

Nr.	Subphasen	Fragen	Anmerkungen	n.a.	ja	nein
1.1.	Bedarfsanalyse					
1.1.1.	Organisationsanalyse	Wurden die kurz-, mittel- und langfristigen Ziele der Organisation analysiert und ihre Auswirkungen auf den Trainingsbedarf ermittelt?	Ziel: Ermittlung der für die Zielerreichung notwendigen Maßnahmen Durchführung: 1. Auflistung der kurz- und langfristigen Ziele 2. Bewertung der Ziele hinsichtlich ihrer Priorität 3. Ableitung der Strategien zur Zielerreichung 4. Feststellung des Bedarfs zur Umsetzung der Strategien			x
1.1.2.	Aufgabenanalyse	Wurden die arbeitsbezogenen Aufgaben beschrieben, um die erforderlichen Kompetenzen für die optimale Bewältigung der Aufgaben zu bestimmen?	Ziel: Beschreibung der arbeitsbezogenen Aufgaben und der Verantwortlichkeiten sowie der notwendigen Kompetenzen für deren optimale Bewältigung Durchführung: 1. Untergliederung der Arbeitstätigkeiten eines Arbeitsplatzes in die einzelnen Aufgaben 2. Auflistung der (Soll) Kompetenzen, die für das Erledigen einer Aufgabe erforderlich sind.		x	
1.1.3.	Personenanalyse	Wurde eine Analyse der Personen in der Organisation durchgeführt, um die fehlenden oder erforderlichen Kompetenzen für die Bewältigung der aktuellen oder neuen Tätigkeiten zu bestimmen?	Ziel: Identifikation der fehlenden oder erforderlichen Kompetenzen Durchführung: 1. Vergleich zwischen den Anforderungen (Soll Kompetenzen aus der Aufgabenanalyse) und vorhandenen Kompetenzen 2. Vorbereitung einer Personen-Aufgaben Matrix 3. Auflistung der erwarteten oder geplanten Veränderungen in der Aufgabe 4. Bestimmung der neuen Anforderungen an die Kompetenzen der Mitarbeiter 5. Auflistung der erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen		x	

Abbildung 69: Bausteine der Bedarfsanalyse [S7]

Die unternehmensspezifische Entwicklung von Weiterbildungsmaßnahmen wird durch die vorgestellte Vorgehensweise und die dazu entwickelten Werkzeuge unter-

stützt. Dadurch kann fallspezifisch auf Schulungsbedarfe der Mitarbeiter reagiert und sehr schnell und effizient ein qualitativ hochwertiges Schulungsangebot erarbeitet werden. Der erarbeitete Entwicklungsprozess für Trainingsangebote ist somit ein wichtiger Baustein der Community, da damit die schnelle Implementierung von Engineering-Methoden im Unternehmen unterstützt wird.

4.8 Werte und Normen

Werte und Normen als weitere „weiche“ Einflussgröße des 7S-Modells beinhalten ein von möglichst allen Mitarbeitern geteiltes gemeinsames Verständnis sowohl über die Arbeit im Unternehmen als auch über die weitere Unternehmensentwicklung. Bereits im Rahmen der Strategieentwicklung wurde die Engineering Community als zentrale Kompetenz zu Engineering-Methoden in die Vision aufgenommen und somit ein wesentlicher Beitrag zur Entwicklung hin zu einem wissensbasierten Unternehmen geleistet.

Wie bereits erläutert, stehen die Methodenarbeit und damit der Austausch insbesondere von implizitem Erfahrungswissen im Fokus der Aktivitäten der Engineering Community. Zentrale Voraussetzung dazu sind jedoch gemeinsame Werte, Kultur und Normen der Mitarbeiter. Das in Abbildung 70 gezeigte Modell von Gassmann verdeutlicht diesen Zusammenhang. Es zeigt sich, dass insbesondere im Bereich des impliziten Wissens gemeinsame Werte und Normen die Voraussetzung zum Austausch von Erfahrungswissen sind.

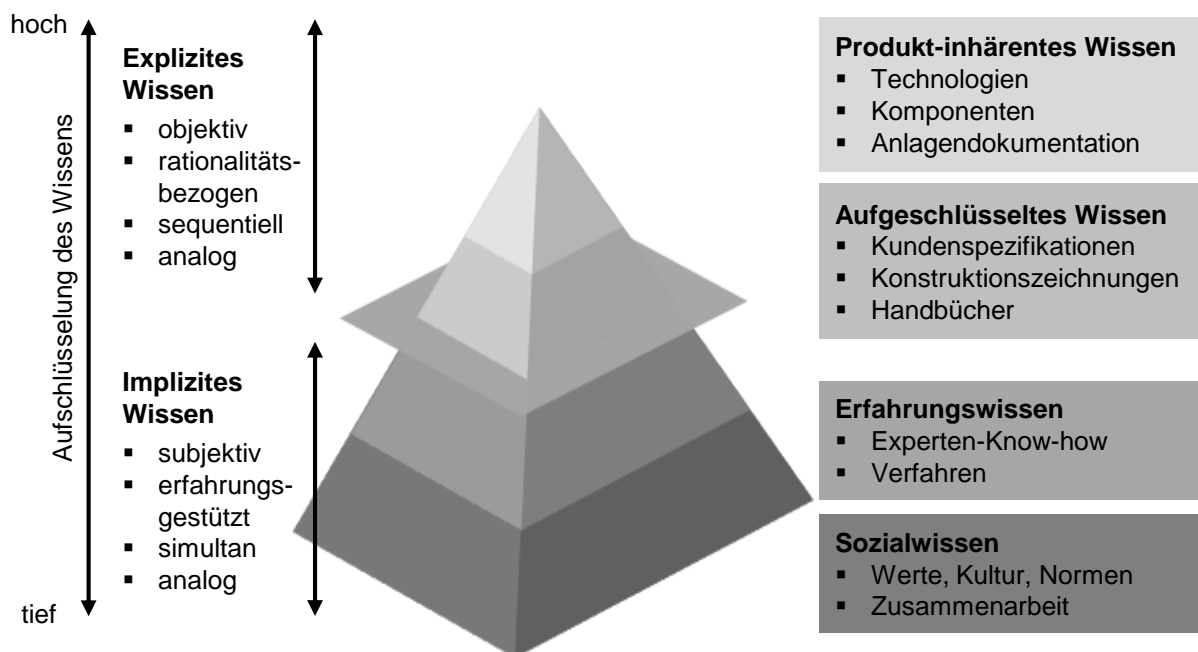


Abbildung 70: Wissenspyramide, in Anlehnung an [101]

Das Konzept der Engineering Community berücksichtigt daher explizit die Entwicklung gemeinsamer Werte und Normen, um die Methodenarbeit effizient zu gestalten.

Dazu werden zunächst Möglichkeiten zur Beeinflussung von Werten und Normen aufgezeigt, um anschließend die entwickelten Maßnahmen vorzustellen.

4.8.1 Beeinflussung von Werten und Normen

Werte und Normen eines Unternehmens werden als Grundlage der Unternehmenskultur angesehen und sind daher tief im Unternehmen und den Mitarbeitern verwurzelt. Sichtbar werden die Werte und Normen häufig erst dann, wenn im Unternehmen eine neue Strategie eingeführt wird, die nicht kompatibel zu den verankerten Werten und Normen sind. Erst dann kann beobachtet werden, welche Stärke die Kultur entwickeln kann. [212]

Eine in den USA unter knapp 1500 Führungskräften durchgeführte Umfrage unterstreicht die hohe Bedeutung der Werte und Normen für den Erfolg eines Unternehmens. Stimmen die Werte der Mitarbeiter mit denen des Unternehmens überein und sind diese stark ausgeprägt, so beeinflusst dies positiv die Anstrengungen zur Erfüllung von Aufgaben und fördert ein besseres Verständnis für die Unternehmensziele. [213]

Ein Ansatzpunkt zur positiven Beeinflussung von Werten und Normen wird in der Entwicklung eines Unternehmensleitbilds gesehen. Ein Leitbild hat dabei mehrfache Auswirkungen [214]:

- Innerhalb des Unternehmens kann ein Leitbild zu einer positiveren Qualität der Beziehungen der Mitarbeiter untereinander aber auch zu Führungskräften führen.
- Außerhalb des Unternehmens kann ein gut kommuniziertes Leitbild positive Auswirkungen auf das Image der Organisation haben.
- Eine verstärkte Identifikation der Führungskräfte und Mitarbeiter mit den Zielen und Werten des Unternehmens kann Synergien im Unternehmen fördern.

Untersuchungen der Vergangenheit haben jedoch gezeigt, dass die Entwicklung eines Leitbildes und die Zustimmung durch die Mitarbeiter nicht zwingend etwas an deren Handeln ändern und somit positiven Effekt auf das Unternehmen haben. Zudem wurde herausgefunden, dass neben Zielen und Werten weitere Mechanismen eine Identifikation mit dem Unternehmen fördern. Dies kann beispielsweise der Stolz von Mitarbeitern auf Produkte, Innovationen oder Vorgehensweisen sein. Diese zusätzlichen Elemente sollten daher in Form sogenannter Performanz-Leitbilder als arbeitsbereichsspezifische Orientierungshilfe implementiert werden. [214]

Performanz-Leitbilder beziehen sich also auf spezielle Arbeitsbereiche eines Unternehmens und kombinieren die Werte und Normen des Gesamtunternehmens mit den Kulturelementen eines Arbeitsbereichs. Damit soll die Identifikation der verschiedenen Unternehmensbereiche mit dem Gesamtunternehmen gefördert und die bereits beschriebenen positiven Effekte erzielt werden. Abbildung 71 ordnet Performanz-Leitbilder auf Arbeitsebene in das Unternehmensumfeld ein. [214]

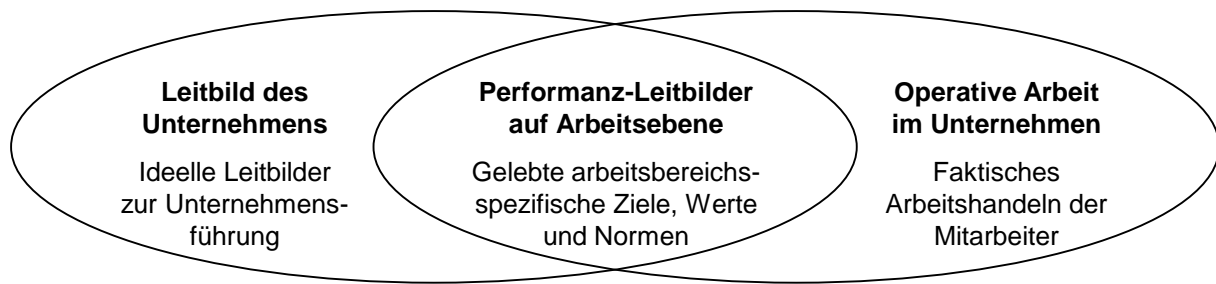


Abbildung 71: Relevanz und Fokus von Performanz-Leitbildern [214]

Die Beeinflussung von Werten und Normen eines Unternehmens wird als ein sehr langwieriger Prozess angesehen und dauert mit durchschnittlich fünf Jahren meist länger als die Entwicklung neuer Produkte. Der dadurch realisierte Wettbewerbsvorteil wird jedoch ebenfalls als deutlich länger anhaltend eingeschätzt. [214]

4.8.2 Performanz-Leitbild der Engineering Community

Im Rahmen der Engineering Community sollen wichtige Elemente der Performanz-Leitbilder aufgegriffen und damit ein positiver Effekt auf die Wissensarbeit der Community erzielt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Maßnahmen sehr langwierige Wirkzusammenhänge aufweisen und somit eine Nachhaltigkeit der Aktivitäten von hoher Bedeutung ist. Dazu gehört auch das konstante Vorleben dieser Werte und Normen durch die Initiativenleitung als übergreifende Instanz der Community. Die Engineering Community fokussiert sich, wie in Abschnitt 3.5 gefordert, auf drei wesentliche Themenfelder zur Förderung gemeinsamer Werte und Normen: Erzeugen eines Selbstverständnisses des Engineerings, Erarbeitung eines gemeinsamen Verständnisses vom Engineering sowie Etablierung der Community als zentrale Anlaufstelle im Engineering. Die drei Themenfelder werden in den folgenden Abschnitten näher ausgeführt.

Selbstverständnis des Engineerings

Im vorliegenden Anwendungsfall des Engineerings soll die Kultur der Ingenieure mit in das Leitbild integriert werden. Als technische „Schaltzentrale“ bei großen Projekten kommt dem Engineering inhaltlich eine Bedeutung für den Projekterfolg zu, da neben der technischen Umsetzung und Machbarkeit auch die Beeinflussung der Kosten direkt aus der Arbeit des Engineerings resultiert. Dennoch wird dem Engineering aufgrund der meist vorherrschenden Position eines „Cost Centers“ im Unternehmen häufig nur ein geringer Stellenwert zugemessen. Dies zeigt sich auch in der, wie bereits erläutert, meist fehlender Verankerung der Interessen des Engineerings in der Unternehmensleitung. Eine wichtige Aufgabe der Initiativenleitung muss es daher sein, den Mitgliedern die hohe Bedeutung des Engineerings zu betonen und dieses Selbstverständnis als verbindendes Element zu nutzen. Dies kann beispielsweise durch eine breite Kommunikation von Erfolgsgeschichten des Engineerings erfolgen.

Gemeinsames Verständnis vom Engineering

Zum Engineering gibt es innerhalb einzelner Unternehmen häufig unterschiedliche Begrifflichkeiten und Abgrenzungen zu anderen Arbeitsfeldern. Aus diesem Grund ist es wichtig, eine einheitliche Basis zu schaffen. Im Falle des Engineerings bezieht sich das zunächst auf eine Definition des Begriffs und des zu betrachtenden Themengebiets. Wichtig ist dazu beispielsweise die Entwicklung eines Glossars für die Community. Dieses dient als Referenz für den Wissensaustausch in der Community und bildet den gemeinsamen Rahmen.

Zentrale Anlaufstelle im Engineering

Ein weiterer wichtiger Verbindungspunkt aller Mitglieder in der Community ist die Etablierung als zentrale Anlaufstelle zu Engineering-spezifischen Fragestellungen. Dadurch soll die gemeinsame inhaltliche Basis des Engineerings vertieft und ein positives Image der Engineering Community geschaffen werden.

Die drei genannten Themenfelder als wichtige Basis für die Engineering Community wurden ebenfalls in der in Abschnitt 5.1 dargestellten Mission verankert. Damit zeigt sich, dass die gemeinsamen Werte und Normen sehr tief im Ansatz der Engineering Community eingebettet sind, um somit das Funktionieren der Community nachhaltig zu unterstützen.

4.9 Zusammenfassung

Das vorliegende Kapitel gestaltet die Engineering Community entlang des 7S-Modells aus. Dabei werden entlang aller sieben Gestaltungsvariablen wichtige Vorgehensweisen und Methoden vorgestellt und im Rahmen der Engineering Community zu konkreter Anwendung gebracht.

Im Bereich der drei sogenannten „harten“ Variablen beinhaltet dies die Formulierung einer geeigneten Strategie für die Community, die Ausgestaltung einer konkreten Aufbau- und Ablauforganisation, die Verankerung im Unternehmen sowie die Realisierung von Kommunikationssystemen und Problemlösungswerkzeugen.

Zusätzlich werden die vier „weichen“ Variablen an die Randbedingungen einer Community für das Anlagenengineering angepasst. Dabei liegt der Fokus auf der Motivation der Mitarbeiter und der Schaffung einer offenen Unternehmenskultur zur Förderung des Wissensaustauschs. Gleichzeitig beinhaltet dies die langfristige Schaffung aller Voraussetzungen durch die Vermittlung der erforderlichen Fähigkeiten sowie die Etablierung gemeinsamer Werte und Normen eines wissensbasierten Unternehmens.

5 Erfolgsmessung der Engineering Community

Das in Kapitel 4 entwickelte Konzept der Engineering Community ist nach Implementierung im Unternehmen regelmäßig zu überprüfen und gezielt weiterzuentwickeln. Aus diesem Grund ist ein geeignetes Modell zur Erfolgsmessung zu etablieren. Zusätzlich soll mit Hilfe eines solchen Bewertungsmodells ein Vergleich verschiedener Communities ermöglicht werden. Die folgenden Abschnitte stellen daher die Auswahl und Adaption eines geeigneten Modells sowie die Definition des Community-Index als Vergleichsmaßstab dar.

5.1 Modellauswahl

Eine Methode zur Erfolgsmessung der Engineering Community soll nach Möglichkeit auf einem bestehenden Modell aufbauen. Zu den bekanntesten Modellen aus dem Bereich der sogenannten Performance Management Systeme (PMS) gehören die Balanced Scorecard mit Fokus auf die Unternehmensstrategie, das EFQM (European Foundation for Quality Management)-Modell zur Messung von Prozessen, das Konzept des Shareholder Values aus dem Bereich der Finanzen sowie der Skandia Navigator mit besonderem Fokus auf die Mitarbeiter [215][216][217][218].

Im Rahmen eines Vergleichs der vier Modelle wurden diese anhand von acht Zielsetzungen des Performance Measurements verglichen. Diese umfassen

- Operationalisierung der Unternehmensstrategie,
- Identifikation und Fokussierung auf Erfolgsfaktoren,
- Visualisierung von Zusammenhängen,
- Planung und Steuerung des Ressourceneinsatzes,
- Leistungsbeurteilung,
- Mitarbeitermotivation,
- Kommunikations- sowie
- Lernprozesse [219].

Der Vergleich dieser vier Modelle anhand der acht Zielsetzungen zeigt, dass das EFQM-Modell aufgrund des besonderen Fokus auf Identifikation von Erfolgsfaktoren sowie der Berücksichtigung von Mitarbeitern, Kommunikations- und Lernprozessen die Zielsetzungen am besten erfüllt. Das EFQM-Modell soll daher als Grundlage zur Bewertung der Engineering Community dienen.

Die grundlegende Struktur des EFQM-Modells besteht aus sogenannten Befähiger- und Ergebniskriterien. Zu den Befähigerkriterien zählen Führung, Mitarbeiter, Politik und Strategie, Ressourcen und Partner sowie Prozesse. Sie beschreiben das Verhalten eines Unternehmens hinsichtlich des Strebens nach herausragenden Fähigkeiten. Mit den Ergebniskriterien werden die im Rahmen der Unternehmenstätigkeit erzielten Ergebnisse aus Sicht der wichtigsten Interessensgruppen beurteilt. Zu den Ergebniskriterien zählen Mitarbeiter, Kunden, Gesellschaft sowie die Ergebnisse

selbst. Das Kriterium Kunden bezieht sich im Zusammenhang mit der hier beschriebenen unternehmensinternen Community auf alle interessierten Engineering-Mitarbeiter des Unternehmens, da die Community für sie alle offen steht und ihnen die erarbeiteten Ergebnisse als Hilfsmittel für die eigene Arbeit anbietet. Mit Gesellschaft ist in der Anwendung des Modells die Gesamtheit aller darüber hinaus existierenden internen und externen Interessensgruppen gemeint. Das Modell ist in Abbildung 72 dargestellt. [216]

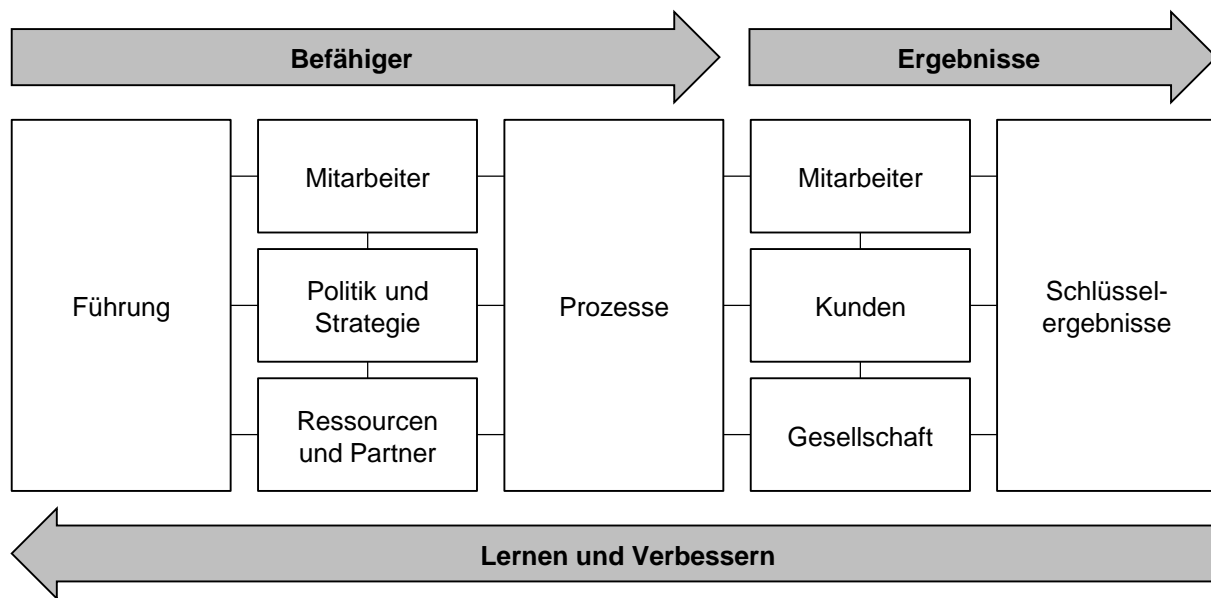


Abbildung 72: EFQM-Modell [216]

5.2 Erfolgsfaktoren und Validierung

In der Anwendung des Modells für die Engineering Community werden die fünf Kriterien der Befähigerseite unverändert übernommen, da sie die umfassende Bewertung einer Organisation ermöglichen und somit grundsätzlich auch auf die Community anwendbar sind. Auf Seite der Ergebnisse werden ebenfalls alle Kriterien des Modells unverändert beibehalten. Das EFQM-Modell soll daher auf Basis seiner grundsätzlichen Struktur als Grundlage einer Erfolgsmessung der Engineering Community herangezogen werden.

In der praktischen Anwendung des EFQM-Modells werden die neun Kriterien anhand sogenannter Teilkriterien weiter unterteilt. So stehen für die Befähigerseite je Kriterium zwischen vier und fünf Teilkriterien zur Verfügung. Diese beschreiben die Inhalte der Kriterien genauer. Die zugeordneten Teilkriterien der Befähigerseite sind in Tabelle 24 aufgeführt. Die Kriterien der Ergebnisseite werden über Früh- und Spätindikatoren genauer detailliert. [220]

Tabelle 24: Teilkriterien der Befähigerseite von EFQM [220]

Führung	Politik und Strategie	Mitarbeiter	Ressourcen und Partner	Prozesse
Orientierung geben	Umfeld analysieren	Personal planen und rekrutieren	Partner managen	Prozesse managen
Managementsystem konzipieren	Potenzial analysieren	Kompetenz entwickeln	Finanzen managen	Produkte / DL entwickeln
Interessensgruppenbeziehung aufbauen	Strategie (weiter-) entwickeln	Autarkie gewähren	Eigentum & Stoffströme managen	Marketing und Vertrieb leisten
Kultur gestalten	Strategie umsetzen	Kommunikation gestalten	Technologie managen	Produzieren / DL erbringen
Wandel managen	-	Anerkennen und entlohnen	Wissen managen	Kundenbeziehung managen

Zur Übertragung des Modells auf die Engineering Community müssen die Teilkriterien mit geeigneten Erfolgsfaktoren angereichert werden. Dazu wurden mit Hilfe einer Literaturrecherche die der Engineering Community zugrunde liegenden Themenbereiche Wissensmanagement, strategische Initiativen sowie Communities-of-Practice untersucht. Anschließend wurden den Teilkriterien der Befähiger- und Ergebnisseite des Modells jeweils einer oder mehrere Erfolgsfaktoren zugeordnet. Die dabei ermittelten Erfolgsfaktoren wurden zur Anwendung im EFQM-Modell als Fragen formuliert. Im Ergebnis wurden auf diese Weise 53 Fragen zur möglichst vollständigen Abdeckung der (Teil-)Kriterien des EFQM-Modells entwickelt.

Zur Validierung der Fragen wurde auf die Forschungsmethode der leitfadengeführten Experteninterviews zurückgegriffen. Dazu wurden im Februar und März 2014 fünf Experteninterviews geführt. Mit Hilfe einer fünfstufigen Likert-Skala (1: nein; 2: eher nein; 3: teils/teils; 4: eher ja; 5: ja) wurden die 53 Fragen jeweils hinsichtlich ihres Einflusses auf den Erfolg der Engineering Community bewertet. Zur Auswertung wurde für jede Frage das arithmetische Mittel der fünf Interviews errechnet:

- 19 von 53 Fragen mit Mittelwert von 4,50 oder höher (ja)
- 19 von 53 Fragen mit Mittelwert von 3,50 bis 5,49 (eher ja)
- 8 von 53 Fragen mit Mittelwert von 2,50 bis 3,49 (teils/teils)
- 7 von 53 Fragen mit Mittelwert von unter 2,50 (eher nein, nein)

Damit wird 38 der ursprünglich 53 Fragen ein signifikanter Einfluss auf den Erfolg einer solchen Community unterstellt. Zusätzlich konnten zwei Faktoren inhaltlich in andere Fragen integriert werden, so dass sich nach einer entsprechenden Modifikation des Modells 36 Fragen als Basis des Bewertungsmodells ergeben. Tabelle 25 ordnet 27 Fragen den fünf Befähigerkriterien zu. Die übrigen neun Fragen entfallen auf die Ergebnisseite des Modells.

Tabelle 25: Befähigerkriterien des Modells, in Anlehnung an [S8]

Kriterium	Frage	Zugrunde liegender Erfolgsfaktor
Führung	Inwieweit werden strategische Initiativen als etabliertes Tool anerkannt und aktiv durch die Führungskräfte unterstützt?	Managementunterstützung
	Forciert die Führung während des gesamten Lebenszyklus eine intensive Beschäftigung mit der strategischen Initiative und motiviert so die Organisationsmitglieder?	Beziehung zur Interessensgruppe
	Wird eine klare Zielsetzung durch die Führung erarbeitet, die in Einklang mit den Unternehmenszielen steht?	Orientierung
	Herrscht in der Initiative eine Vertrauenskultur, die den Austausch von Wissen fördert?	Wissensfreundliche Unternehmenskultur
	Schafft die Unternehmensführung die Voraussetzungen für ein eigenständiges Handeln der Initiative?	Eigenverantwortlichkeit
Strategie	Stehen die Zielsetzungen der Projekte in direktem Bezug zur Zielsetzung der Initiative?	Übereinstimmung von Inhalten und Zielen
	Wird die Zielsetzung und Strategie der Initiative regelmäßig überprüft und an aktuelle Umweltveränderungen (z. B. neue Schlüsseltechnologien, Richtlinien) angepasst?	Aktualität der Strategie
	Werden die Mitarbeiter umfassend mit den Zielen und Plänen der Initiative bekanntgemacht?	Kommunikation der Strategie
Mitarbeiter: Mitglieder der Community	Sind sich Mitglieder über den Mehrwert der strategischen Initiative bewusst?	Motivation der Mitarbeiter
	Sind Community-Mitglieder offen gegenüber Neuerungen und beteiligen sich aktiv am Informationsaustausch?	Offenheit
	Verfügen die beteiligten Community-Mitglieder über die entsprechenden Fähigkeiten und Know-how zur erfolgreichen Umsetzung der Initiative?	Kompetenz als Grundvoraussetzung
	Werden die Mitglieder der Community regelmäßig über Neuigkeiten und Veränderungen informiert?	Kommunikation
	Erfolgt eine systematische Rekrutierung der Community-Mitglieder?	Sicherstellung der Mitarbeiterverfügbarkeit
Mitarbeiter: Initiativenführung	Ist sich die Initiativenleitung über den Mehrwert der strategischen Initiative bewusst?	Motivation der Mitarbeiter
	Ist die Initiativenleitung motiviert und glaubt an den Erfolg der Initiative?	Motivation der Mitarbeiter
	Besitzt die Initiativenführung ausreichende Fach- und Sozialkompetenz?	Kompetenz als Grundvoraussetzung
	Werden die Fähigkeiten der Führungskräfte durch Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen an Umweltveränderungen (z. B. Schlüsseltechnologien, Richtlinien) angepasst?	Weiterentwicklung von Kompetenzen

Kriterium	Frage	Zugrunde liegender Erfolgsfaktor
Ressourcen	Wird Mitgliedern der Community ausreichend Zeit zur Verfügung gestellt, um sich aktiv am Prozess zu beteiligen?	Verfügbarkeit personeller Ressourcen
	Werden der strategischen Initiative ausreichend finanzielle Ressourcen zur Verfügung gestellt?	Verfügbarkeit finanzieller Ressourcen
	Handelt es sich bei den verwendeten Kommunikationstechnologien um effektive und zielgerichtete Werkzeuge, die den Erfahrungsaustausch unterstützen?	Verfügbarkeit geeigneter Kommunikationsmittel
	Sind Partnerschaften zu externen Informationsquellen bekannt und werden effektiv gemanagt?	Verfügbarkeit externer Ressourcen
Prozesse	Werden Prozesse systematisch gestaltet und gemanagt bei der Bewertung und Auswahl von Projekten?	Systematische Projektauswahl
	Werden Prozesse systematisch gestaltet und gemanagt bei der Wissensaggregation und -bewertung?	Systematische Wissensaggregation
	Werden Prozesse systematisch gestaltet und gemanagt beim Review der Projekte?	Qualitätssicherung
	Werden Prozesse systematisch gestaltet und gemanagt bei der Implementierung von Projekten in die Organisation?	Nachhaltige Implementierung
	Sind Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten innerhalb der strategischen Initiative klar definiert?	Klare Aufgabenteilung und Verantwortlichkeiten
	Werden Beschwerden, Verbesserungen und Anregungen wahrgenommen, unverzüglich bearbeitet und bei Bedarf implementiert?	Management der Kundenbeziehung

Analog zur Befähigerseite des EFQM-Modells werden die entsprechenden Erfolgsfaktoren in Tabelle 26 der Ergebnisseite zugeordnet. Da für die Ergebniskriterien keine weitere inhaltliche Vertiefung anhand von Teilkriterien erfolgt, wurden hier auf Basis der Literaturrecherche eher allgemeine Fragen definiert.

Tabelle 26: Ergebniskriterien des Modells, in Anlehnung an [S8]

Kriterium	Frage
Mitarbeiter	Führt die Initiative Studien zur direkten Messung der Zufriedenheit der Community durch?
	Erhebt die Initiative Kennzahlen zur Messung der Zufriedenheit der Mitglieder der Community?
	Erhebt die Initiative Kennzahlen zur Messung der Arbeitsbedingungen der Initiativenführung?

Kriterium	Frage
Kunden	Führt die Initiative regelmäßig Studien zur direkten Messung der Zufriedenheit ihrer Kunden durch?
	Erhebt die Initiative regelmäßig Kennzahlen, welche die Zufriedenheit ihrer Kunden beurteilen?
	Erhebt die Initiative regelmäßig Kennzahlen, welche Aufschluss über das Kundenverhältnis geben?
Gesellschaft	Erhebt die Initiative Kennzahlen, mit denen sie die Wahrnehmung ihrer Umgebung messen kann?
Schlüssel- ergebnisse	Erhebt die Initiative Kennzahlen über die Performance ihrer Projekte?
	Misst die Initiative den Erfolg ihrer Projekte und erhebt die Initiative Kennzahlen über den Leistungserfolg ihrer Projekte?

5.3 Berechnung des Erfolgsindex

Auf Basis der neun Hauptkriterien und ihren zugeordneten Fragen aggregiert das Bewertungsmodell die Ergebnisse zum zentralen Community-Index. Das Bewertungsmodell besteht dabei aus den fünf im Folgenden genannten Ebenen:

- **Ebene 1: Community-Index**
Die oberste Ebene des Modells bildet der zentrale Community-Index. Es handelt sich hierbei um eine aggregierte Kennzahl, die eine ganzheitliche Klassifizierung der Community ermöglicht.
- **Ebene 2: Befähiger und Ergebnisse**
In der zweiten Ebene teilt sich der Community-Index in die zwei Bereiche Befähiger und Ergebnisse auf. Der Index wird von jeder Seite zu 50 Prozent beeinflusst.
- **Ebene 3: Hauptkriterien**
Die dritte Ebene des Modells besteht aus den neun Hauptkriterien. Fünf Hauptkriterien sind der Befähiger- und vier der Ergebnisseite des Modells zugeordnet. Die Gewichtung der Hauptkriterien basiert auf den Ergebnissen der oben genannten Experteninterviews.
- **Ebene 4: Fragen**
Auf Ebene 4 erfolgt die eigentliche Bewertung mit Hilfe der 36 Fragen. Dazu wird jeweils ein vierstufiges Reifegradmodell herangezogen. Dieses berücksichtigt den Erfüllungsgrad einer jeden Fragestellung. Zur Skalierung der Antworten stehen die vier Stufen Initial, Basic, Advanced und Optimized zur Verfügung. Damit die Auswertung möglichst einfach vorgenommen werden kann, wurden für jede Frage Orientierungspunkte definiert. Diese geben einen Anhaltspunkt, wie die Zuordnung zu den vier Stufen zu erfolgen hat.

Abbildung 73 zeigt das Bewertungsmodell mit allen vier Ebenen. Dabei ist zu sehen, dass auf Ebene 1 der zentrale Community-Index zusammengeführt wird und auf Ebene 4 die eigentliche Beantwortung der 36 Fragen auf Basis der Reifegradmodelle stattfindet.

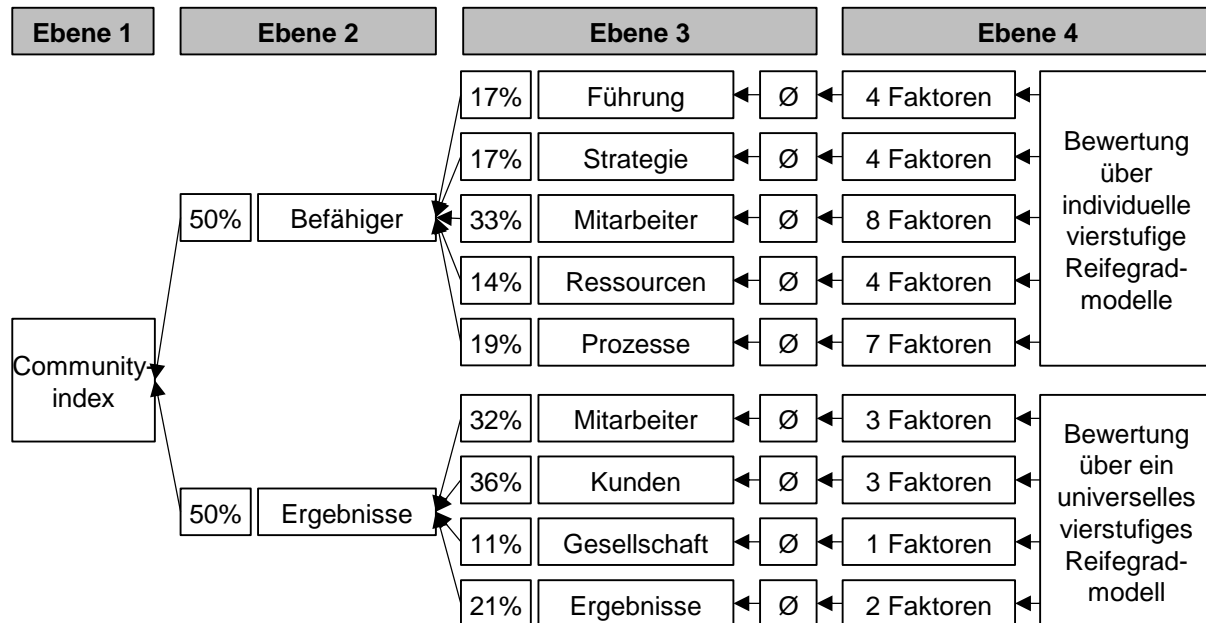


Abbildung 73: Bewertungsmodell, in Anlehnung an [S8]

Zur Anwendung des Modells im Unternehmen wurde ein spezielles Excel-Tool entwickelt. Damit erfolgt die strukturierte Beantwortung und Auswertung der Fragen, die Berechnung des Community-Index sowie die Nachverfolgung von Verbesserungsmaßnahmen. Die Bewertungsmethode bildet somit ein wichtiges Hilfsmittel zur Erfolgsmessung und stetigen Weiterentwicklung der Community.

6 Fallstudie

Das vorgestellte Modell zum Aufbau und zur Strukturierung einer Engineering Community entlang des 7S-Modells wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts in Zusammenarbeit mit einem großen Elektrokonzern entwickelt, umgesetzt und validiert. Die im Unternehmen implementierten Kernelemente des Konzepts werden in den folgenden Abschnitten als Fallstudie dargestellt.

6.1 Engineering-Initiative

Der Aufbau einer Engineering Community war zentraler Baustein einer unternehmensweiten Engineering-Initiative mit dem Ziel die Engineering-Einheiten innerhalb des Konzerns zu vernetzen und die Entwicklung gemeinsamer Engineering-Methoden voranzutreiben. Zur Erläuterung des näheren Hintergrunds werden daher zunächst Entstehungsanlass und Themenfelder der zugrunde liegenden Engineering-Initiative beschrieben.

6.1.1 Entstehung der Engineering-Initiative

Die Motivation zur Etablierung einer unternehmensweiten Engineering-Initiative liegt in der Erkenntnis, dass das Engineering industrieller Anlagen für das eigentliche Geschäft des Unternehmens äußerst wichtig ist und zahlreiche Engineering-Abteilungen mit vergleichbaren Problemen konfrontiert sind, sie jedoch keine geeignete gemeinsame Plattform zur Arbeit an diesen Problemstellungen besitzen. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass es keine gemeinsame Lobby des Engineerings im Unternehmen gibt.

Das Unternehmen ist dabei in zahlreichen Geschäftsfeldern aktiv, die dem kunden-spezifischen Anlagenengineering zugerechnet werden können. Dazu gehören beispielsweise automatisierte Fertigungsanlagen für die Automobilindustrie, hochkomplexe Zugsysteme sowie Anlagen zur Stromerzeugung und –übertragung. Eine Analyse der Struktur des Unternehmens zeigt, dass die Engineering-Einheiten entlang der Aufbauorganisation sehr schwer zu vernetzen sind. So weist das Unternehmen im für das Engineering relevanten Projektgeschäft einen entsprechend Abschnitt 2.3.3 definierten Komplexitätswert von K_{Projekt} in Höhe von 2,5 auf. Dies bedeutet, dass eine Vernetzung der Engineering-Einheiten nicht alleine entlang der bestehenden Aufbauorganisation des Unternehmens, sondern unter aktiver Zuhilfenahme zusätzlicher Methoden erfolgen muss.

Auf Basis dieser Erkenntnisse haben sich im Jahr 2009 zahlreiche Führungskräfte aus dem Engineering zum ersten Engineering Day versammelt, um zentrale Herausforderungen im Engineering zu priorisieren und sich gemeinsam für die Etablierung einer unternehmensweiten Initiative einzusetzen. Mit Rückendeckung der Engineering-Leiter konnte die Unternehmensführung daraufhin zur Finanzierung einer über-

greifenden Engineering-Initiative überzeugt werden. Der Aufbau einer unternehmensweiten Engineering Community war dabei zentraler Bestandteil des Vorhabens.

6.1.2 Themenfelder der Engineering-Initiative

Die Schwerpunkte der Engineering-Initiative beziehen sich auf eine inhaltliche Priorisierung der beteiligten Führungskräfte im Rahmen des ersten Engineering Days sowie darauf folgender Veranstaltungen. Dabei wurden mit Hilfe mehrerer Workshops Themen mit hoher Bedeutung für möglichst zahlreiche Engineering-Einheiten erarbeitet. Tabelle 27 stellt ausgewählte Themen als Übersicht dar.

Tabelle 27: Ausgewählte Themenfelder der Engineering-Initiative

Projekttitel	Kurzbeschreibung
„Engineering Strategy Development“	Entwicklung einer Methode zur Entwicklung einer funktionalen Strategie für das Engineering
„Regionalization / Localization“	Bereitstellung von Informationen, Best-Practices und Hilfsmittel zur Planung oder Umsetzung von Verlagerungsprojekten
„Standardization & Modularization“	Entwicklung einer Methodik für die Planung und Umsetzung von Standardisierungsprogrammen
„Multi-project Management“	Bereitstellung einheitlicher Definitionen sowie eines Überblicks über Methoden zum Multiprojektmanagement
„Project Improvement“	Entwicklung eines Leitfadens mit bewährten Methoden zur Abwicklung von Engineering-Projekten in einem integrierten Ansatz
„Training, Education & Development Path“	Erarbeitung eines Core Learning-Programms für das Engineering sowie Aufzeigen von Entwicklungspfaden

Dabei zeigt sich, dass vor allem methodische Fragestellungen im Vordergrund der Aktivitäten der Engineering-Initiative stehen. Das bedeutet, konkrete technische Fragestellungen werden insbesondere aufgrund der unterschiedlichen technischen Anwendungen in den Engineering-Abteilungen nicht als übergreifende Handlungsfelder angesehen.

6.2 Management der Community entlang des 7S-Modells

Die Ausgestaltung der Engineering Community folgte dabei dem in Kapitel 4 dargestellten 7S-Modell und den dazu erarbeiteten Vorgehensweisen und Werkzeugen. Die folgenden Abschnitte zeigen die Anwendung des Modells entlang der sieben Gestaltungsvariablen detailliert auf. Dabei zeigt sich, dass zahlreiche Elemente des Konzepts erfolgreich in der Praxis umgesetzt werden konnten.

6.2.1 Strategie

Der strategische Ansatz der Engineering-Initiative bildet den Rahmen für die Aktivitäten der Engineering Community. Die Vision beschreibt dabei den gewünschten Ziel-

zustand. So soll das Unternehmen für effektives und effizientes Engineering stehen und damit gleichzeitig die Messlatte für andere Unternehmen darstellen. Erreicht werden soll das mit Hilfe der Mission. Dazu sind durch die Erarbeitung relevanter Methoden die Erfolge des Engineerings wiederholbar zu machen. Abbildung 74 zeigt den dazu definierten strategischen Ansatz mitsamt wesentlicher Elemente und Themen als Übersicht.

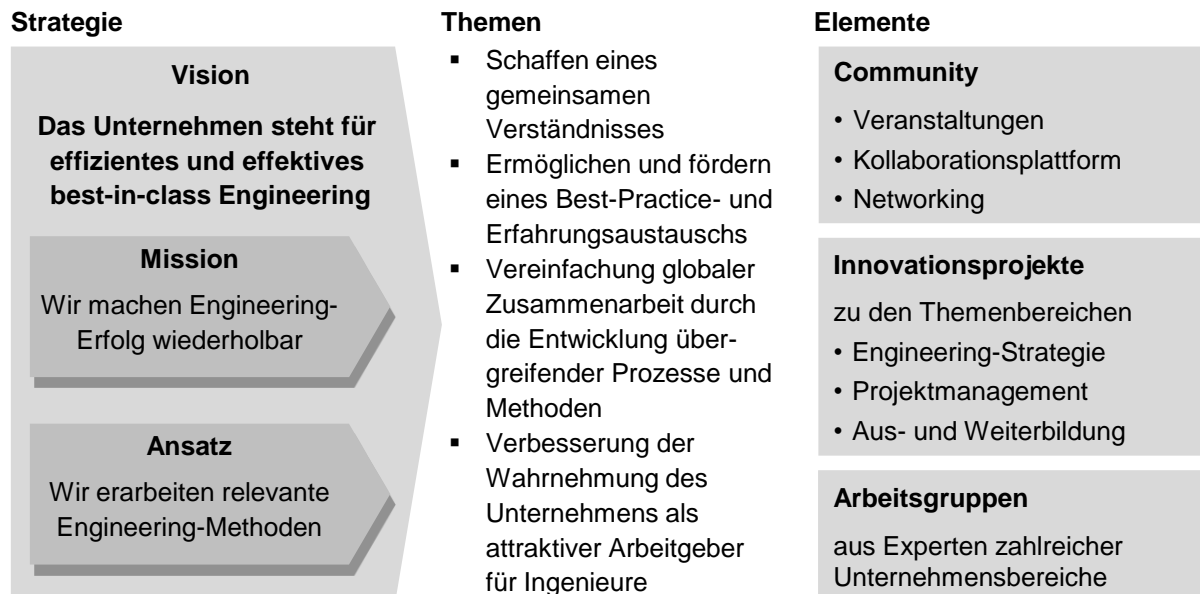


Abbildung 74: Strategischer Ansatz der Engineering-Initiative

6.2.2 Struktur

Die Struktur der Engineering-Initiative orientiert sich an den in Kapitel 4.3 beschriebenen Ansätzen. Die Initiative selbst besteht dabei aus einzelnen Arbeitsgruppen und ihren Moderatoren, der Initiativenleitung sowie einem Lenkungsgremium. Die Arbeitsgruppen bearbeiten insbesondere die inhaltlichen Themen und werden dazu von jeweils einem Moderator intensiv unterstützt. Die Arbeitsgruppen sind somit besonders wichtig, da sie dezentral das Wissen und die Erfahrung der Mitarbeiter des Engineerings zusammenbringen.

Der Initiativenleitung kommt die wichtige Funktion zu, einerseits den Arbeitsgruppen Spielräume in der Gestaltung ihrer Arbeit und in der Definition der Ziele zu geben, andererseits darauf zu achten, dass die durch das Lenkungsgremium gesetzten inhaltlichen Schwerpunkte erfüllt werden.

Im Lenkungsgremium sind Vertreter der wichtigsten Engineering-Einheiten des Unternehmens versammelt und setzen wichtige inhaltliche Impulse. Zusätzlich prüft das Lenkungsgremium die im Rahmen der Community erarbeiteten Ergebnisse und gibt diese zur Veröffentlichung frei. Abbildung 75 zeigt dazu eine Zuordnung der ver-

schiedenen Gruppen sowie deren Interaktion mit den grundlegenden Levels der operativen Engineering-Einheiten.

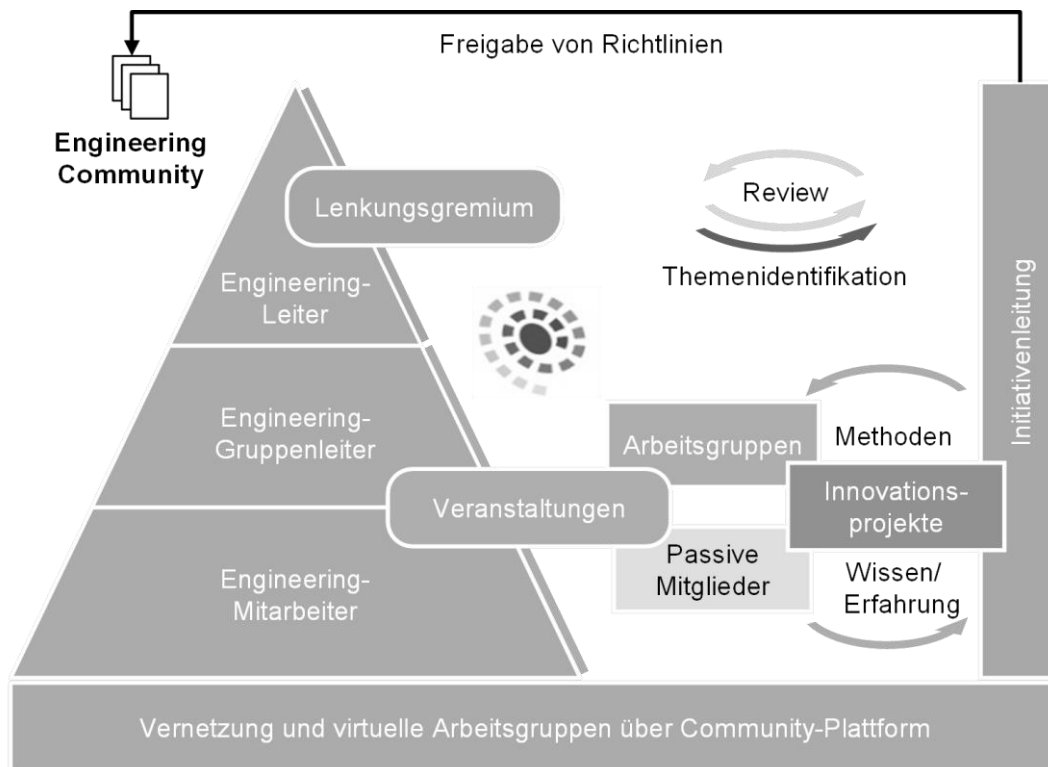


Abbildung 75: Aufbau der Engineering Community

Darüber hinaus sollen über eine Intranet-Plattform des Unternehmens die Mitglieder der Community vernetzt und zum weniger stark formalisierten Austausch von Wissen und Erfahrungen ermutigt werden. Wichtiger Bestandteil ist dabei die Möglichkeit virtuelle themenspezifische Arbeitsgruppen zu bilden.

6.2.3 Systeme

Die Systeme der Engineering-Initiative fokussieren sich auf eine effiziente Ablauforganisation und Kommunikation mit dem Ziel einer möglichst optimalen Unterstützung der Community-Arbeit. Die folgenden Abschnitte zeigen die dazu implementierten Systeme auf.

Ablauforganisation

Im Rahmen der Ablauforganisation orientiert sich das implementierte Vorgehen an dem in Kapitel 4.4.1 vorgestellten Vorgehen. Dazu gehören sowohl ein Prozess zur Auswahl und Bearbeitung wichtiger Engineering-Methoden unter Einbindung der breiten Community und zum anderen ein schneller und auf webbasierten Werkzeugen basierender Austausch innerhalb der Community. Dieser Austausch wurde im Rahmen der Umsetzung standardisiert und als sogenanntes Peer-to-Peer-Consulting umgesetzt.

Abbildung 76 stellt den themenspezifischen Ablauf kompakt dar. Dabei steht die Engineering Community im Zentrum der Aktivitäten und ist sowohl Ausgangs- als auch Endpunkt des Prozesses. Die Anforderungen der Community werden zur Definition der sogenannten Innovationsprojekte aufgenommen und im Rahmen der Arbeitsgruppen diskutiert. Die nach möglicherweise mehreren Iterationsschleifen erarbeiteten Ergebnisse werden vom Lenkungsgremium geprüft und am Ende des Prozesses als Arbeitsmittel veröffentlicht. Mit Hilfe dieses Ablaufs wird die Engineering Community eng in die inhaltliche Arbeit eingebunden. Mit dem Lenkungsgremium steht dennoch eine Instanz zur strategischen Lenkung und Prüfung der Themen zur Verfügung.

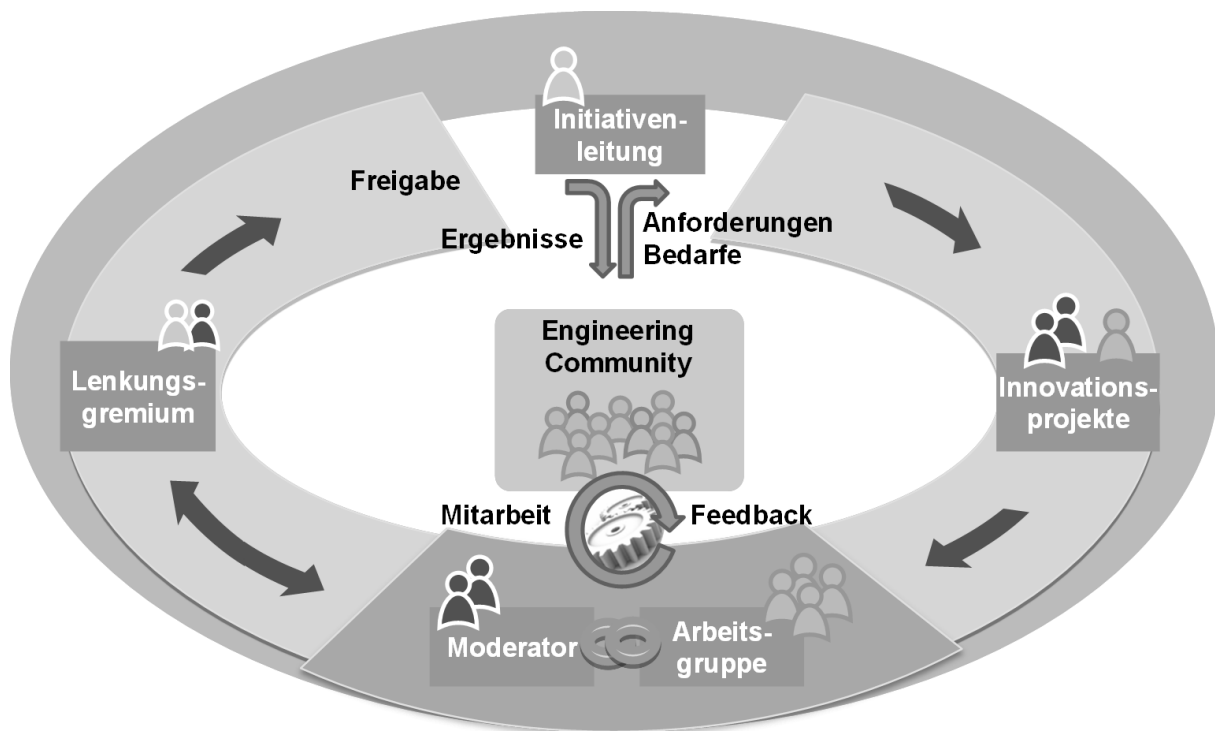


Abbildung 76: Themenspezifischer Ablauf der Engineering-Initiative

Neben dem themenspezifischen Ablauf soll der Community die Möglichkeit gegeben werden, kurzfristig auftretende Probleme schnell mit anderen Fachexperten zu diskutieren und geeignete Lösungen zu finden. Dazu wurde das in Kapitel 4.4.1 beschriebene Vorgehen als sogenanntes Peer-to-Peer-Consulting implementiert.

Dabei wird im Anschluss an die initiale Fragestellung eines Community-Mitglieds eine inhaltliche Prüfung vorgenommen, um den Fokus auf die Beantwortung methodischer Fragestellungen sicherzustellen. Gleichzeitig wird versucht für fachspezifische Probleme Lösungen in alternativen Fachcommunities des Unternehmens zu finden. Der gesamte Prozess des Peer-to-Peer-Consultings wird von einem Moderator begleitet. Zu dessen Aufgaben gehören die Strukturierung der Fragestellung, die Kom-

munikation mit dem zugrunde liegenden Expertennetzwerk, die Moderation der Fachexperten sowie die Aufbereitung der Ergebnisse.

Mit Hilfe der beschriebenen Prozesse wird ein strukturiertes Vorgehen innerhalb der Engineering Community sichergestellt. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung geschaffen, dass sowohl die Community eng eingebunden und dennoch eine klare inhaltliche Ausrichtung eingehalten wird. Abbildung 77 zeigt den implementierten Peer-to-Peer Prozess als Übersicht.

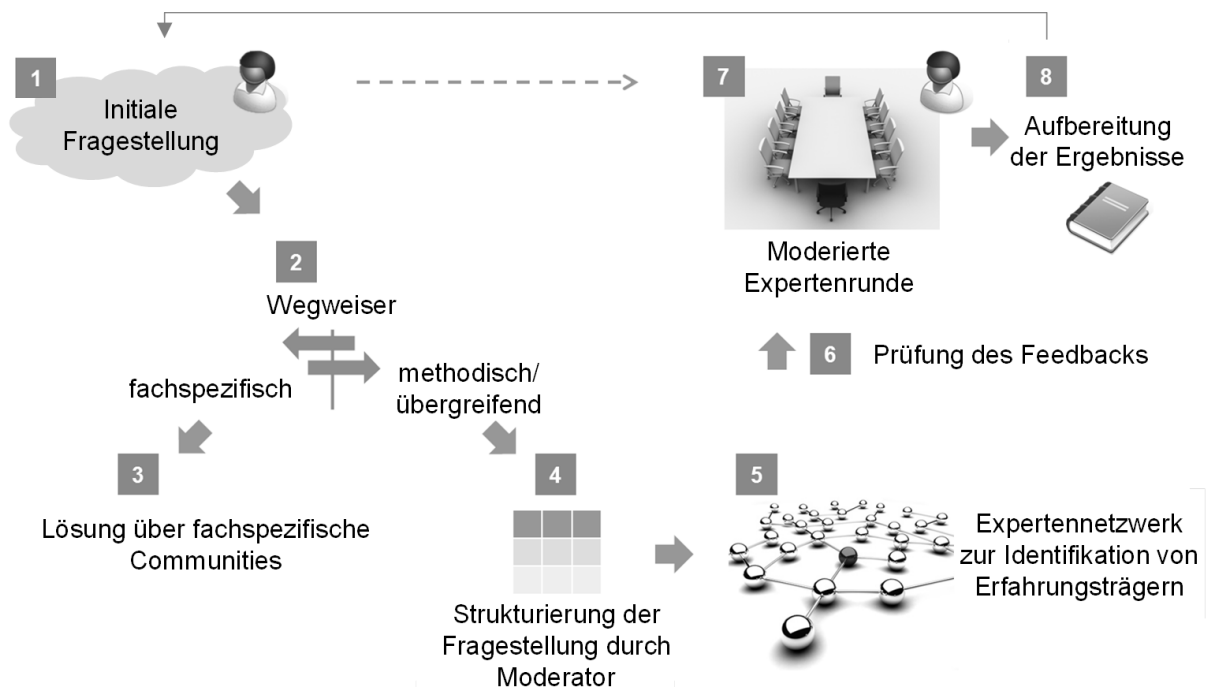


Abbildung 77: Ablauf des P2P-Consultings

Kommunikationssysteme

Neben der Ablauforganisation stellen die Kommunikationssysteme eine weitere wichtige Voraussetzung für die Zusammenarbeit der Engineering Community dar. Im Rahmen der Implementierung wurden auf Basis einer Plattformanalyse drei verschiedene Systeme zum Aufbau einer effektiven und effizienten Kommunikations- und Kollaborationsumgebung ausgewählt und anschließend integriert. Dabei handelt es sich für einen einheitlichen Intranetauftritt um ein Content Management System. Für das Dokumentenmanagement und zur Zusammenarbeit wurde auf ein Document Management System und ein Wiki zurückgegriffen. In den folgenden Abschnitten wird ein Überblick über die Systeme gegeben.

1) Intranetauftritt – Content Management System

Die Website für den Intranetauftritt der Engineering Community dient dem zentralen Einstieg. Auf Basis dieser Plattform steht insbesondere die Kommunikation in das Unternehmen und zu den interessierten Mitarbeitern im Vordergrund. Zusätzlich wird

auf alle zentralen Inhalte der Engineering Community und die Möglichkeiten zur Interaktion und Kollaboration verwiesen. Abbildung 78 zeigt einen Screenshot der Einstiegsseite.

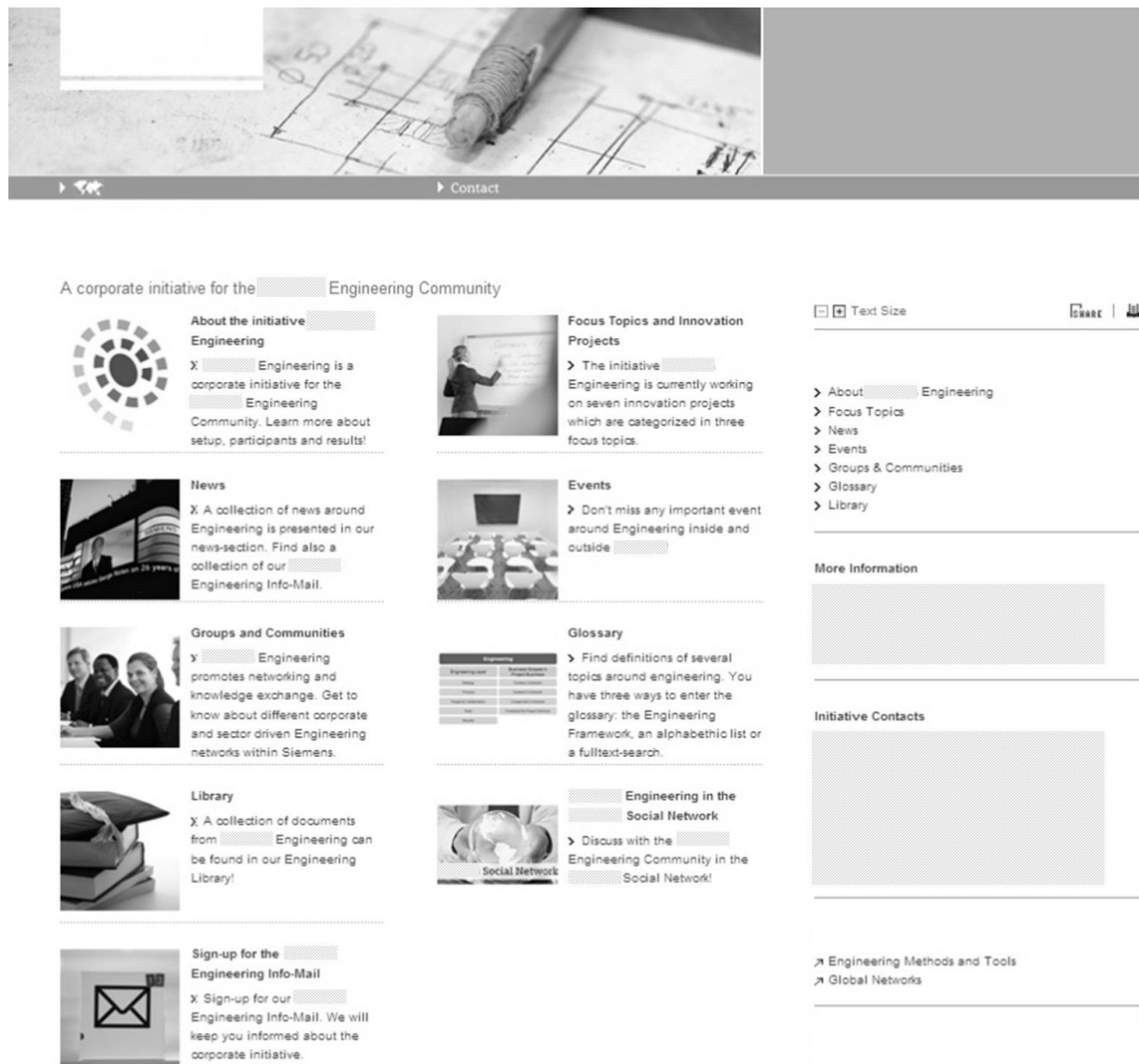


Abbildung 78: Website der Engineering-Initiative

Der Intranetauftritt enthält somit eine Beschreibung der Initiative und gibt eine ausführliche Übersicht über die Inhalte der einzelnen Arbeitsgruppen und ihre Ergebnisse. Neben organisatorischen Hinweisen sowie einer Übersicht über fachspezifische Communities im Unternehmen stellt eine umfassende Dokumentenbibliothek alle wichtigen Arbeitsergebnisse und Unterlagen zum Download bereit. Dabei können die Dokumente und Tools über verschiedene Sichten aufgefunden werden.

2) Zusammenarbeit – Document Management System

Die effiziente Zusammenarbeit innerhalb der Community wird über ein zentrales Dokumentenmanagement ermöglicht. Dazu dient die eingesetzte Plattform als physischer Ablageort aller veröffentlichten Dokumente der Dokumentenbibliothek. Zudem wurden eigene Arbeitsbereiche für die Mitglieder der Arbeitsgruppen eingerichtet und mit entsprechenden Nutzerrechten versehen. Auch die Arbeit der Moderatoren und der Initiativenleitung wird durch eigene Arbeitsbereiche unterstützt.

3) Wiki

Zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses vom Engineering und zur zusätzlichen interaktiven Einbindung der Mitglieder dient das Wiki-System der Engineering Community. Die Einstiegsseite des Systems ist in Abbildung 79 dargestellt.

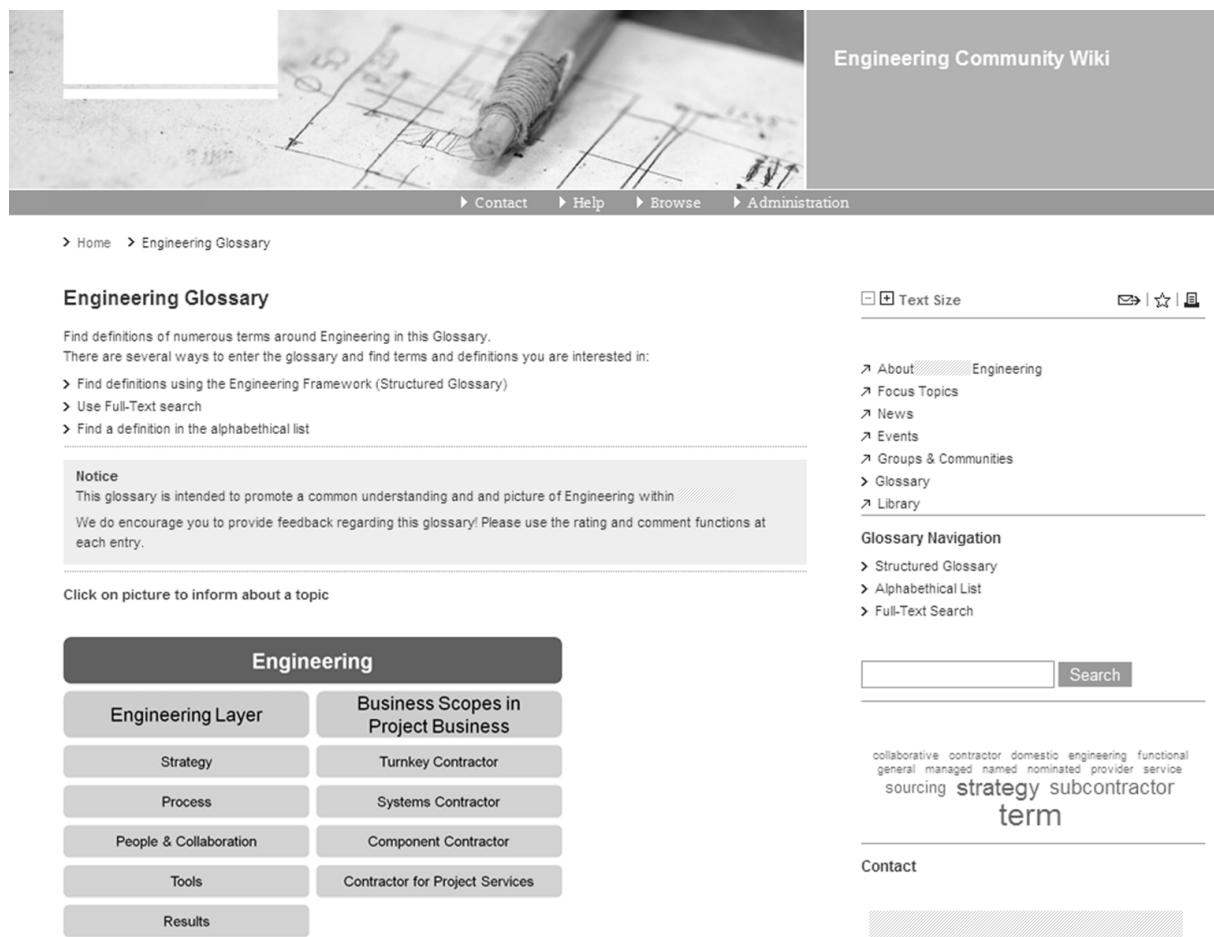


Abbildung 79: Engineering-Wiki

Inhaltlich bezieht sich das Wiki mit ca. 120 Einträgen insbesondere auf die Erarbeitung eines unternehmensweiten Glossars und bezieht damit alle Nutzer mit ein. Dazu hält das System alle relevanten Funktionen wie beispielsweise Bewertungs-, Kommentar- und Suchfunktionen bereit.

6.2.4 Mitarbeiter

Für eine möglichst gute Integration der Mitarbeiter in die Community wurden entsprechend des in Abschnitt 4.5.1 beschriebenen Vorgehens mit Hilfe einer Zielgruppenanalyse verschiedene Rollen zur Partizipation festgelegt. Dies bedeutet, die definierten Rollen sprechen teils unterschiedliche Gruppen im Engineering an und ermöglichen eine unterschiedliche Intensität der Interaktion mit der Community. Tabelle 28 zeigt die verschiedenen Rollen, eine kurze Beschreibung sowie die erwartete Beteiligung an der Arbeit der Community.

Tabelle 28: Rollen der Engineering-Initiative

Rolle	Bedeutung	Aufgaben und Zeitaufwand
Mitglied des Lenkungs-gremiums	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifikation neuer Themen ▪ Feedback und Freigabe von Ergebnissen ▪ Kommunikation in die Engineering-Einheiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zwei Treffen pro Jahr ▪ Einige themenbezogene Diskussionen
Aktives Mitglied	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktive Mitarbeit in der Community und in Innovationsprojekten ▪ Beiträge zum Wissens- und Erfahrungsaustausch 	
in einer Arbeitsgruppe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mitglied in einer Arbeitsgruppe ▪ Aktive Mitarbeit bei der Erarbeitung von Methoden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reguläre Treffen der Arbeitsgruppen ▪ Themenbezogene Diskussion und Feedback
als Unterstützer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interview- und Diskussionspartner ▪ Bereitstellung von Wissen, Erfahrungen, Anforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nach Bedarf: Interview- oder Workshopteilnahme
Initiativenleitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moderation von Arbeitsgruppen ▪ Management der Innovationsprojekte ▪ Ausarbeitung, Dokumentation und Bereitstellung von Ergebnissen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bearbeitung von Arbeitspaketen entsprechend der Projektpläne

Zentrales Ziel der Einführung der Rollen ist die Sicherstellung möglichst geringer Hürden zur Mitarbeit in der Community. Durch die klare Kommunikation des erwarteten Arbeitsaufwands kann jeder Mitarbeiter selbst über die Art und Intensität der Partizipation entscheiden.

6.2.5 Unternehmenskultur

Die Schaffung einer Kultur zur Förderung des Wissens- und Erfahrungsaustauschs ist zentraler Bestandteil der Aktivitäten zum Aufbau der Engineering Community. Da es sich um eine unternehmensinterne Community handelt, dominiert die Kultur des Gesamtunternehmens. Dennoch wurde im Rahmen der Engineering Community an mehreren Stellen angesetzt, um eine eigene Identität zu schaffen. Auch hier wurden einige der in Kapitel 4 beschriebenen Maßnahmen umgesetzt. Die Maßnahmen

umfassen die Bildung von Vertrauen, die Schaffung einer Atmosphäre der Offenheit sowie die Sicherstellung ausreichender Autonomie.

Vertrauen

Wichtiges Ziel der Initiativenleitung war es, das Vertrauen der Community zu gewinnen. Dazu gehört die Sicherherstellung einer möglichst großen Kontinuität in einem sich ständig veränderndem Unternehmensumfeld. Dies konnte durch regelmäßig stattfindende Veranstaltungen, gleichbleibende Ansprechpartner und einer kontinuierlichen Arbeit in den Work Groups erreicht werden. Zusätzlich wurde das Vertrauen durch möglichst große Transparenz hinsichtlich Sponsoren der Initiative und deren Zielvorgaben unterstützt. Dadurch konnte dem Eindruck einer „Hidden Agenda“ begegnet und eine klare Erwartungshaltung aller Mitglieder der Community erreicht werden.

Offenheit

Die Offenheit in der Community wurde insbesondere durch eine stetige Kommunikation und eine Integration aller Interessierten erreicht. Die Kommunikation umfasst möglichst regelmäßige, vollständige und auf klar definierten Kanälen verbreitete Informationen. Dazu wurde ein sorgfältig ausgearbeitetes Kommunikationskonzept erarbeitet.

Autonomie

Die Autonomie der Arbeitsgruppen konnte je nach Bedarf durch die Vorgabe von Rahmenbedingungen oder lediglich des zu erreichenden Ziels sichergestellt werden. Dadurch erhielten die Mitglieder der Arbeitsgruppen sehr große Freiheit in der Gestaltung ihrer Beiträge.

Ziel der wissensorientierten Kultur innerhalb der Community war somit insbesondere die Motivation der Mitarbeiter zur Teilnahme. Dadurch war es für alle Teilnehmer möglich, eine klare Erwartungshaltung bei sich gleichzeitig verändernden Bedingungen im Unternehmensumfeld aufzubauen.

6.2.6 Fähigkeiten

Neben der Motivation der Mitarbeiter war es wichtig, dass sämtliche für die Arbeit in der Community erforderlichen Fähigkeiten zur Verfügung stehen. Dies konnte dadurch erreicht werden, dass sich die Mitglieder der Community rein auf die Bereitstellung ihrer Fachexpertise konzentrieren konnten. Dies ist insbesondere wichtig, da die Mitglieder der Community in der Regel sehr stark in ihre eigentliche operative Arbeit eingebunden sind und das für die Methodenarbeit erforderliche Explizieren des Wissens eine zusätzliche Belastung darstellt. Aus diesem Grund ist es zentrale Aufgabe der Moderatoren, die Wissensfragmente der Teilnehmer zu konsolidieren, die Arbeitsergebnisse zu dokumentieren, die Treffen zu moderieren sowie die Arbeit methodisch zu unterstützen.

Wesentliches Ziel dieser Arbeitsteilung ist eine Fokussierung aller Teilnehmer auf ihre eigentlichen Kernkompetenzen. Dies fördert zum einen die Qualität der Arbeit und erhöht zum anderen die Motivation zur Mitarbeit.

6.2.7 Werte und Normen

Eng verbunden mit der Kultur der Community sind ihre Werte und Normen. Diese Grundvoraussetzung wurde im Rahmen der Engineering Community durch zwei Aktivitäten unterstützt. Dies sind zum einen eine sehr intensive Integration der dezentralen Mitglieder und zum anderen die Schaffung eines Selbstverständnisses des Engineerings. Die Engineering Community fokussiert sich sehr stark auf die dezentrale Integration ihrer Mitglieder. Dies zeigt sich beispielsweise in den Spielräumen der Arbeitsgruppen zur Festlegung thematischer Schwerpunkte und der intensiven Unterstützung durch dedizierte Moderatoren. Durch diese Freiheiten bei der inhaltlichen Arbeit der Community wird die Akzeptanz stark gefördert. Dies betrifft zum einen die Akzeptanz der Community selbst als auch der dabei erarbeiteten Ergebnisse.

Zweiter wichtiger Aspekt ist die Schaffung eines Selbstverständnisses des Engineerings. Durch zahlreiche Positivbeispiele zum Wertbeitrag des Engineerings wurde ein stärkeres Selbstbewusstsein der Mitglieder und somit eine Identität der Community geschaffen. Auch dies fördert die Akzeptanz und den Zusammenhalt.

6.3 Erfolgsmessung der Community

Das Ergebnis der Aktivitäten der Engineering Community wird auf zwei verschiedene Arten gemessen. Das ist zum einen die aktive Beteiligung an der Community und zum anderen die Berechnung und Interpretation des in Kapitel 5 vorgestellten Erfolgsindex.

6.3.1 Beteiligung

Die Entwicklung der Teilnehmerzahlen und die Nutzung der Angebote werden als ein aussagekräftiger Indikator über die Akzeptanz der Engineering Community gesehen. Dazu wird ein Überblick über die direkte Teilnahme an Veranstaltungen sowie die Nutzung der bereitgestellten Ergebnisse auf Basis der Besucherzahlen des Webauftritts gegeben.

Direkte Teilnahme

Zur direkten Teilnahme an den Aktivitäten der Engineering Community zählen die Besucher der Veranstaltungen sowie die Mitglieder im Lenkungsgremium. Zusätzlich werden die Mitglieder der Arbeitsgruppen sowie die Anzahl an Arbeitsgruppen gemessen. Tabelle 29 zeigt dazu die Entwicklung der entsprechenden Teilnehmerzahlen über einen Zeitraum von vier Jahren.

Tabelle 29: Entwicklung der direkten Teilnahme an der Community

Direkte Teilnahme	2011	2012	2013	2014
Teilnehmer an Veranstaltungen	81	154	205	209
Mitglieder im Lenkungsgremium	-	-	11	18
Anzahl an Arbeitsgruppen	-	1	3	4
Mitglieder in den Arbeitsgruppen	-	8	32	33

Die Entwicklung der Teilnehmerzahlen zeigt somit einen konstanten Anstieg. So konnten von Jahr zu Jahr mehr Engineering-Mitarbeiter zur Teilnahme an den Veranstaltungen begeistert werden. Zusätzlich wurde das Lenkungsgremium eingerichtet und die Arbeit mehrerer Arbeitsgruppen etabliert.

Nutzungsverhalten des Webauftritts

Der Webauftritt der Engineering Community wurde zu Beginn des Jahres 2013 entsprechend der oben beschriebenen Systeme gestaltet. Tabelle 30 zeigt die Besucherzahlen des Webauftritts im Zeitraum vom 01.01.2013 bis zum 31.12.2014.

Tabelle 30: Zugriffszahlen des Webauftritts der Engineering Community

Webseiten	01.01.-31.12.2013		01.01.-31.12.2014*	
	Besucher	Ansichten	Besucher	Ansichten
Erfahrungsaustausch Engineering	1.499	2.307	1520	2528
Engineering Initiative	994	1.880	1004	1856
Anmeldung Erfahrungsaustausch Engineering	346	399	532	580
Fokusthemen	265	694	356	772
Regionalization / Localization	264	360	320	440
Groups & Communities	245	570	256	640
Veranstaltungen	230	341	216	316
...	
Summe	-	8335	-	9748

* Hochrechnung auf Basis der Zahlen vom 01.01.2014 – 26.03.2014

Auch hier konnten steigende Zugriffszahlen beobachtet werden. Dies deutet auf ein zunehmendes Interesse an den Aktivitäten der Community und ihren Ergebnissen hin.

6.3.2 Erfolgsindex

Neben der Beteiligung der Mitarbeiter an den Aktivitäten der Engineering Community gibt die Berechnung des in Kapitel 6 beschriebenen Erfolgsindex einen weiteren Anhaltspunkt. Dabei zeigt sich, dass die Engineering Community nach dem Bewer-

tungsmodell einen Wert von 1,2 auf der Skala von 0 bis 4 erreicht. Damit erreicht die Initiative den Wert „Basic“ und bewegt sich in Richtung „Defined“. Bei näherer Betrachtung ist zu erkennen, dass bei den Befähigerkriterien bereits ein solider Wert von 1,9 und bei den Ergebniskriterien ein Wert von lediglich 0,5 erreicht wird. So sind die wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Arbeit der Community geschaffen, die Aktivitäten schlagen sich jedoch nicht ausreichend in den Ergebnissen wider. Dies ist ein eindeutiger Indikator für die hohe Bedeutung der Nachhaltigkeit der Arbeit der Community. Abbildung 80 stellt dazu den Erfolgsindex sowie die Teil-ergebnisse der Befähigerkriterien und der Ergebniskriterien dar.

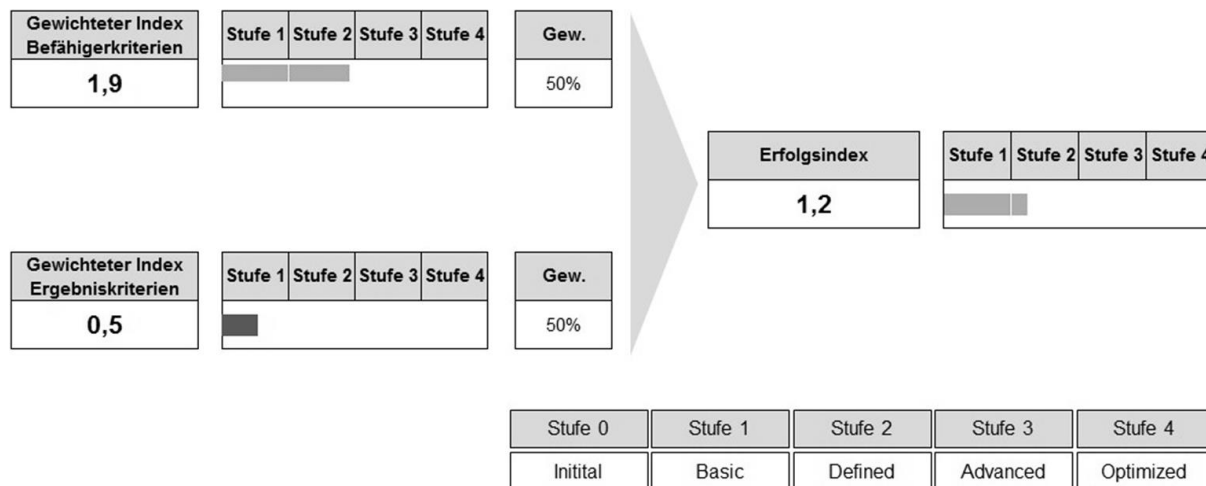


Abbildung 80: Erfolgsindex der Engineering Community

So kann sich die Initiative bezüglich der Ergebniskriterien erst dann entscheidend verbessern, sofern die Arbeit der Initiative auch wirklich im Unternehmen implementierte Ergebnisse aufweist. Gleichzeitig geben die noch verbesserungsfähigen Punkte auf Seiten der Befähigerkriterien eindeutige Hinweise auf die Weiterentwicklungspotentiale der Community.

7 Zusammenfassung

Die Wettbewerbsfähigkeit des Anlagenbaus und somit eines bedeutenden Wirtschaftszweiges in Deutschlands hängt wesentlich von der Leistungsfähigkeit des Engineerings ab. In den vergangenen Jahren haben dabei regelmäßig öffentlichkeitswirksame Großprojekte aufgrund von zeitlichen Verzögerungen bei ihrer Fertigstellung zu immensen wirtschaftlichen Schäden für die beteiligten Unternehmen geführt.

Dabei liegt das Kernproblem in der Regel weniger in der komplexen technischen Aufgabenstellung, sondern vielmehr in der methodischen Abwicklung solcher Projekte. Verzögerungen ergeben sich beispielsweise oftmals aus zu optimistischen Zeitplänen, fehlender Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten oder späten Änderungen von Anforderungen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, Methoden und Werkzeuge im Unternehmen zu etablieren, um den Wissens- und Erfahrungsaustausch im Unternehmen zu fördern und dadurch eine Erarbeitung und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen im Engineering zu unterstützen.

Um die wichtigsten Verbesserungspotentiale im Engineering zu identifizieren, wurden im Rahmen der Arbeit eine Expertenbefragung sowie eine ausführliche Literaturrecherche durchgeführt. Zentrale Ansatzpunkte für eine Optimierung des Engineerings sind damit beispielsweise die Entwicklung von Vorgehensweisen zur Modularisierung von Anlagen, die Verbesserung interdisziplinärer sowie globaler Zusammenarbeit, der durchgängige Einsatz digitaler Planungswerkzeuge, aber auch der Aufbau eines Engineering-Netzwerks. Es zeigt sich jedoch, dass zu den genannten Handlungsfeldern durchaus zahlreiche Methoden und Werkzeuge vorhanden sind, es den Unternehmen jedoch nicht gelingt diese nachhaltig zu implementieren. Gründe hierfür sind zahlreiche Abhängigkeiten, die enorme Komplexität und der Einfluss unterschiedlichster Interessensgruppen im Engineering.

Aus diesem Grund sind Ansätze in den Unternehmen zu etablieren, die eine unternehmensspezifische Weiterentwicklung und insbesondere Implementierung effizienter Engineering-Methoden fördern. Dazu wurden zunächst Anforderungen für eine Verbesserung der Methodenentwicklung und -implementierung im Engineering formuliert und verschiedene Umsetzungshilfen untersucht. Dazu gehören strategische Unternehmensinitiativen, Communities-of-Practice, Methoden und Werkzeuge des Wissensmanagements sowie Tools des Web 2.0. Wichtige Anforderungen sind dabei die Schaffung von Strukturen für einen übergreifenden Wissens- und Erfahrungsaustausch, die Einbindung besonders wertvoller Erfahrungsträger sowie die gleichzeitige strategische Ausrichtung der Verbesserungsmaßnahmen. Dabei zeigte sich, dass keiner der genannten Ansätze alle Anforderungen vollumfänglich erfüllt und somit ausreichend zur nachhaltigen Verbesserung des Engineerings beitragen kann.

Die vorliegende Arbeit zeigt daher mit dem Ansatz der Engineering Community einen neuen Lösungsweg auf, wie Unternehmen die Wissens- und Erfahrungsträger in die Methodenarbeit einbinden, die Aktivitäten jedoch gleichzeitig top-down lenken können. Dazu werden Ansätze strategischer Unternehmensinitiativen mit Vorgehensweisen und Werkzeugen von Communities-of-Practice sowie aus dem Bereich des Wissensmanagements in einem durchgängigen Ansatz zusammengeführt. Die Durchgängigkeit und Vollständigkeit des erarbeiteten Lösungsansatzes wird durch die Strukturierung entlang des sogenannten 7S-Modells sichergestellt. Damit werden im Rahmen der Arbeit die sieben Handlungsfelder Strategie, Aufbauorganisation, Systemunterstützung, Mitarbeiter, Unternehmenskultur, Fähigkeiten sowie Werte und Normen betrachtet. Zu allen sieben Dimensionen stellt die Arbeit geeignete Methoden dar und bietet eigens dazu entwickelte Werkzeuge als Unterstützung bei der Umsetzung im Unternehmen an.

Im Bereich der Strategie wurde, basierend auf der sogenannten ressourcenorientierten Perspektive, ein geeigneter strategischer Ansatz formuliert. Dazu gehört eine geeignete Vision und Mission der Engineering Community. Eng daran anknüpfend wurde mit der Einfluss-Projektorganisation eine passende Eingliederung in das Gesamtunternehmen gewählt und eine Aufbauorganisation der Engineering Community entwickelt. Diese basiert auf der Struktur strategischer Programme, bindet jedoch gleichzeitig virtuelle Arbeitsgruppen, Unter-Communities sowie eine übergreifende webbasierte Community-Plattform ein. Damit verbindet die Aufbauorganisation eine Top-Down-Initiative mit einer Bottom-up-Community. Der gesamte Ansatz wird von für diesen Zweck entwickelten Systemen getragen. Dazu gehören Prozesse zur Ablauforganisation, eine integrierte Kommunikations- und Arbeitsplattform sowie ein spezielles Problemlösungswerkzeug. Die Ablauforganisation hält Prozesse bereit, die eine sehr enge Einbindung der erfahrenen Ingenieure in die Erarbeitung und Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen sicherstellen, aber auch wichtiges Hilfsmittel zur kurzfristigen Lösung methodischer Probleme im Arbeitsalltag sind. Zur Sicherstellung einer effizienten und effektiven Kommunikation wurde eine integrierte Arbeits- und Kommunikationsplattform entwickelt. Diese unterstützt die Zusammenarbeit in der Community sowie die Etablierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses in den Unternehmenseinheiten. Zusätzlich wurden beispielhaft webbasierte Planungswerkzeuge direkt in die Plattform und deren Datenverwaltung eingebunden. Damit ist es möglich, die Wissensarbeit in die operative Projektabwicklung zu integrieren.

Neben Strategie, Struktur und Systemen der Community setzt das im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte Konzept an weiteren Stellen an. Dazu gehört im Bereich der Mitarbeiter das auf Basis einer Stakeholderanalyse erarbeitete Rollenmodell zur optimalen Einbindung aller Interessensgruppen in die Community. Ergänzt wird dies mit dem sogenannten „Knowledge Improvement Framework“ um ein

spezielles Bewertungstool, das die Beteiligung der Mitarbeiter transparent macht und eine individuelle und auf die Vorlieben der Mitarbeiter zugeschnittene Beteiligung an der Wissensarbeit fördert. Zusätzlich wurden Maßnahmen zur Beeinflussung der Unternehmenskultur erarbeitet. Ziel ist es dabei, die Wissensorientierung in der Community tief zu verankern, die Mitarbeitermotivation zu erhöhen und somit die Erfolgswahrscheinlichkeit des Vorhabens zu erhöhen. Um die im Rahmen der Community erarbeiteten Verbesserungsansätze schnell im Unternehmen verbreiten zu können, wurde zudem ein Entwicklungsprozess für Trainingsangebote im Engineering entwickelt. Ein Engineering-spezifisches Performanz-Leitbild stärkt außerdem die gemeinsame Basis der Community und fördert die Nachhaltigkeit des Vorhabens.

Die praktische Validierung des erarbeiteten Lösungsansatzes wurde im Rahmen der Engineering-Initiative innerhalb eines großen Elektrokonzerns vorgenommen. Dazu wurde in der Firma über einen Zeitraum von drei Jahren eine Engineering Community entsprechend der in dieser Arbeit beschriebenen Vorgehensweisen etabliert. Gleichzeitig konnten wichtige Erfahrungen zur Verfeinerung des Lösungsansatzes gewonnen werden.

Wesentliche Weiterentwicklungspotentiale im beschriebenen Ansatz bestehen insbesondere in der noch stärkeren Nutzung moderner Kommunikationstools des Web 2.0, um dadurch die Autonomie der einzelnen Arbeitsgruppen weiter zu erhöhen und die dezentrale Arbeit zu verstärken. Weitergehende wissenschaftliche Fragestellungen ergeben sich zu mehreren Themenfeldern dieser Arbeit. So sind ausführliche Untersuchungen zur Aufbauorganisation von im Projektgeschäft tätigen Unternehmen erforderlich. Dadurch sind detailliertere Aussagen über den optimalen Komplexitätsgrad von Unternehmen entsprechend der in Kapitel 2 entwickelten Geschäftsartenkomplexität zu erwarten. Darüber hinaus ist es wichtig, im Rahmen weitergehender Forschungsaktivitäten den in Kapitel 5 entworfenen Community-Index auf weitere Unternehmen mit vergleichbaren Aktivitäten anzuwenden und die Unternehmensentwicklung mit der Reife unternehmensinterner Netzwerke abzugleichen. Dadurch sind Aussagen über den Stellenwert unternehmensinterner Communities zu erwarten. Zusätzliches Potential wird in einer Übertragung des Ansatzes auf komplementäre kleine und mittlere Unternehmen gesehen. Hierbei ist zu eruieren, welche Mechanismen in einer intensiven unternehmensübergreifenden Vernetzung wirken und welche Potentiale sich für die Unternehmen daraus ergeben.

Abschließend zeigt sich, dass das Vorhaben der Etablierung einer Engineering Community sehr nachhaltig im Unternehmen verankert werden muss. Nur dann können sich wichtige Einflussgrößen, wie beispielsweise eine wissensorientierte Unternehmenskultur oder die gemeinsamen Werten und Normen der Community, ausreichend entfalten und so zum Erfolg beitragen.

8 Summary

The performance of engineering highly determines the competitiveness of the plant construction and machine building industry in Germany. In the past few years several large and highly-visible engineering projects have led to major economic damages for the involved companies due to delays in project completion.

The main reasons for these delays are usually not the complex technical targets, but the management and methodical execution of the projects. Delays often result from optimistic schedules, missing communication activities between the involved parties or late changes in requirements. Aim of this work is the development of methods and tools to facilitate the knowledge exchange in companies and thereby support the continuous improvement of engineering activities.

To identify improvement potential in engineering, interviews with industry experts as well as literature research were conducted. Main starting-points to optimize project engineering is seen in the development of methods for modularization of industrial plants, an improvement of cross-domain and international collaboration, an integrated use of computer-aided planning tools as well as the set-up of an engineering community. Further research shows, that there are numerous methods and tools available while there is a gap in the sustainable implementation of these approaches. Reasons are a large number of dependencies, high complexity and the influence of different interest groups in engineering organizations.

Therefore, there is a need to establish approaches how to support a company-specific development and implementation of efficient engineering methods. In a first step, requirements for an improved development and implementation of engineering methods were prepared and several approaches were evaluated. These approaches are strategic programs, communities of practice, knowledge management and tools of the web 2.0. Core requirements were identified as the establishment of structures for a comprehensive knowledge exchange, the integration of key experts and a strategic selection of improvement measures. An evaluation of the approaches shows that none of them can fulfill all requirements and thereby supports a sustainable improvement of engineering activities.

This work proposes the implementation of a broad engineering community within a company. The approach shows a way how to integrate the most experienced engineers in the preparation and implementation of efficient engineering methods, and at the same time take control of these improvement measures. Therefore, core ideas from strategic improvement programs are combined with methods and tools from communities of practice and knowledge management systems. The full integration and completeness of this approach is supported through the development along the so called 7-S model. By doing that, all important levers of an organization are addressed. This includes strategy, structure, systems, shared values, skills, staff and

style. This work presents adapted methods for all seven levers and contains specifically developed tools and processes to support the implementation of the approach in a company.

In a first step, a strategic approach was defined according to the resource-based view. This includes a vision and a mission for the engineering community. To integrate the community into the company, a project organization was established. The community itself is structured according to elements of strategic programs but also integrates virtual work groups and a comprehensive community platform. This leads to a deep integration of a top-down structured program and a real bottom-up community. The whole approach of the community is strongly supported by specifically developed systems. This includes clearly defined processes to support method development in engineering as well as facilitate the solution of challenges in day-to-day work. To support an efficient communication, an integrated platform was developed. It focuses on collaboration within the community and on the identification of problems by implementing a continuous improvement process in engineering organizations. In addition to that, web-based planning tools were implemented into the platform. This enables the integration of knowledge work and project execution.

Besides strategy, structure and systems of the community, the concept also contains of the other four levers of the 7-S model. To integrate all relevant groups, the concept includes a dedicated role model and considers core motivation factors of knowledge workers. In addition to that, several measures to influence the culture of the community were defined. The aim is to implement a deep knowledge orientation into the community and thereby increase the success of the project. These activities are complemented by the so called “knowledge improvement framework”. This is an evaluation tool to support an individually tailored participation in knowledge work. To quickly distribute improvement measures within the company, a dedicated process for the development of training programs in engineering was established. All these activities are supported by an engineering-specific performance statement.

The practical validation of the approach has been conducted in the context of an engineering initiative at a large engineering enterprise. In the underlying project, an engineering community has been built during a period of three years according to the methods of this work. This practical example was an important source for validating and improving the methods and tools.

Major potential for further improvement of the concept and its use is especially seen in the increased use of web 2.0 communication tools in order to enhance the autonomy of single work groups. In addition to that, there is potential for further research in several other topics of this work. Detailed investigations on the structure of companies in project businesses can lead to important implications on the optimum complexity of enterprises. These investigations should be based on the developed enterprise complexity index in chapter 2 of this work. Moreover, research on the maturity

of communities according to the community-index in chapter 5 should analyze the long-term business value of these activities. Further potential is also seen in the transfer of this approach to a network of complementary small and medium enterprises.

9 Abkürzungsverzeichnis

CAEX.....	Computer Aided Engineering Exchange
CAX.....	Computer Aided x
CMMI	Capability Maturity Model Integration
CMS	Content-Management-System
COLLADA....	Collaborative Design Activity
CoP	Community-of-Practice
DEV	Digital Engineering Visualization
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
DMS	Document Management System
EDM	Engineering Data Management
EFQM	European Foundation for Quality Management
etc.....	Et cetera
e. V.	Eingetragener Verein
ggf.	Gegebenenfalls
HTML.....	Hypertext Markup Language
INCOSE.....	International Council on Systems Engineering
IPK.....	Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnologie
KIF	Knowledge Improvement Framework
PIPE	Process Indicators for Product Engineering
PLM	Product Lifecycle Management
PLT	Prozessleittechnik
PMS.....	Performance Measurement System
PO	Projektorganisation
P2P.....	Peer-to-Peer
SEI.....	Software Engineering Institute
SPICE.....	Software Process Improvement and Capability Determination
SysML	Systems Modeling Language
TOM	Technik, Organisation, Mensch
u. a.	Unter anderem

UML.....Unified Modeling Language
VDIVerein Deutscher Ingenieure e.V.
VDMAVerband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
z. B.Zum Beispiel

10 Literaturverzeichnis

- [1] VDMA - Volkswirtschaft und Statistik: Maschinenbau in Zahl und Bild 2014. URL <http://www.vdma.org/documents/105628/805395/MbauinZuB2014.pdf> – Überprüfungsdatum 28.04.2014
- [2] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.; McKinsey & Company: Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau: Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren. URL http://www.mckinsey.de/sites/mck_files/files/zukunftsperspektive_maschinenbau.pdf – Überprüfungsdatum 27.10.2014
- [3] Manager Magazin Online: Siemens tauscht Chef der ICE-Sparte aus. URL <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/industrie/a-880663.html> – Überprüfungsdatum 27.10.2014
- [4] Handelsblatt: Die Stunde des Patriarchen. URL <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/thyssen-krupp-die-stunde-des-patriarchen/5930120.html> – Überprüfungsdatum 27.10.2014
- [5] Wirtschaftswoche: BER könnte bis Ende 2017 kommen: Flughafen Tegel soll modernisiert werden. URL <http://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/ber-koennte-bis-ende-2017-kommen-flughafen-tegel-soll-modernisiert-werden-/11117986.html> – Überprüfungsdatum 16.01.2015
- [6] FRANKE, J.; GÖTZ, J.: Concept, Tools and Management of an Engineering Community (CIRP STC A meeting). Paris, France, 23.01.2014
- [7] PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft: Großprojekte: Komplexität gefährdet Erfolg. URL <http://www.pwc.de/de/consulting/grossprojekte-komplexitaet-gefaehrdet-erfolg.jhtml> – Überprüfungsdatum 27.10.2014
- [8] BESSERT, P.; GOTTWALD, K.; STROH, V.; WALDMANN, T.: Lagebericht 2011/2012: Großanlagenbau packt neue Herausforderungen an. Beiträge zum Industrieanlagenbau. Frankfurt am Main, März 2012
- [9] Management Engineers; VDMA - Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau: Was macht den Großanlagenbau robust für die Zukunft? - Erfolgsfaktor Wettbewerbsfähigkeit. URL http://www.management-engineers.de/fileadmin/assets/pdf/studien/studien_2011/Studie_Grossanlagenbau_RZ_FINAL.pdf – Überprüfungsdatum 27.10.2014
- [10] KRAIF, U. (Hrsg.): Das große Fremdwörterbuch: Herkunft und Bedeutung der Fremdwörter. 4., aktualisierte Auflage. Mannheim: Bibliographisches Institut, 2007

-
- [11] VDI/VDE 3695 Blatt 1. 2010-11-00. Engineering von Anlagen - Evaluieren und optimieren des Engineerings - Grundlagen und Vorgehensweise
 - [12] Produzierendes Gewerbe: Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden. Wiesbaden, 2014
 - [13] VOIGT, K.-I.: Risikomanagement im industriellen Anlagenbau: Konzepte und Fallstudien aus der Praxis. Berlin: Erich Schmidt, 2010
 - [14] ZWAHR, A.: Brockhaus-Enzyklopädie: In 30 Bänden. 21., völlig neu bearbeitete Auflage. Leipzig, Mannheim: Brockhaus, 2006
 - [15] STAUDINGER, M.: Supply Management im industriellen Großanlagenbau. Berlin: Lit, 2007
 - [16] WAGNER, T.; LÖWEN, U.: Whitepaper Modellierung technischer Systeme: Potenziale im Projektgeschäft durch den Einsatz von modellbasiertem mechatronischem Engineering. 31.07.2009
 - [17] OBERSTEBRINK, T.: So verkaufen Sie Investitionsgüter: Von der Commodity bis zum Anlagenbau: Wie Sie im harten Wettbewerb neue Kunden gewinnen. 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2014
 - [18] BACKHAUS, K.; VOETH, M.: Industriegütermarketing. 9. Auflage. München: Franz Vahlen, 2011
 - [19] ILGEN, A.: Wissensmanagement im Großanlagenbau: Ganzheitlicher Ansatz und empirische Prüfung. 1. Auflage. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl., 2001
 - [20] LANDHERR, M.; NEUMANN, M.; VOLKMANN, J.; JÄGER, J.; KLUTH, A.; LUCKE, D.; RAHMAN, O.-A.; RIEXINGER, G.; CONSTANTINESCU, C.: Fabriklebenszyklusmanagement. In: WESTKÄMPER, E.; SPATH, D.; CONSTANTINESCU, C.; LENTES, J. (Hrsg.): Digitale Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 163–195
 - [21] ACHATZ, R.; LÖWEN, U.: Industrieautomation. In: LIGGESMEYER, P. (Hrsg.): Software Engineering eingebetteter Systeme: Grundlagen - Methodik - Anwendungen. 1. Auflage. München, Heidelberg: Elsevier, Spektrum, Akad. Verl., 2005, S. 497–525
 - [22] PORTER, M. E.: Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten. 7. Auflage. Frankfurt, M, New York, NY: Campus-Verlag, 2010
 - [23] VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA): Industrie 4.0 Statusreport: Wertschöpfungsketten. URL http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/sk_dateien/VDI_Industrie_4.0_Wertschoepfungsketten_2014.pdf – Überprüfungsdatum 07.04.2014

- [24] GAUSEMEIER, J.; DUMITRESCU, R.; STEFFEN, D.; CZAJA, A.; WIEDERKEHR, O.; TSCHIRNER, C.: Systems Engineering in der industriellen Praxis. Paderborn, 2013
- [25] FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung. 8., vollständig überarbeitete Auflage 2013. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2013
- [26] SENDLER, U.: Das PLM-Kompendium: Referenzbuch des Produkt-Lebenszyklus-Managements. Berlin: Springer, 2009
- [27] HOLM, T.: Evaluation von Informationssystemen im technischen Service für industrielle Anlagen. Hamburg: Kovač, 2010
- [28] VON PIERER, H.: Dienstleistungen im industriellen Anlagenbau - Praktische Erfahrungen. In: SIMON, H. (Hrsg.): Industrielle Dienstleistungen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1993
- [29] DIN 31051. 2012-09-00. Grundlagen der Instandhaltung
- [30] VDI VDI 2870 Blatt 1. 2012-07-00. Ganzheitliche Produktionssysteme - Grundlagen, Einführung und Bewertung
- [31] HÖFFKEN, E.: Beiträge zur Betriebswirtschaft des Anlagenbaus. Düsseldorf, Frankfurt am Main: Verl.-Gruppe Handelsblatt, 1991
- [32] VDI 5200 Blatt 1. 2011-02-00. Fabrikplanung - Planungsvorgehen
- [33] VDI 2206 Blatt 1. 2004-06-00. Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme
- [34] VDI/VDE 3695 Blatt 2. 2010-11-00. Engineering von Anlagen - Evaluieren und optimieren des Engineerings - Themenfeld Prozesse
- [35] VDI 4499 Blatt 1. 2008-02-00. Digitale Fabrik - Grundlagen
- [36] WEIDEMANN, D.; DRATH, R.: Bewertung und Ausblick. In: DRATH, R. (Hrsg.): Datenaustausch in der Anlagenplanung mit AutomationML: Integration von CAEX, PLCopen XML und COLLADA. Heidelberg, New York: Springer, 2010
- [37] NAMUR Arbeitsblatt 35. 2003-03-00. Abwicklung von PLT-Projekten
- [38] KALFF, A.: PM@Siemens: Worauf kommt es an? URL http://w3.siemens.com/mcms/engineering-consulting/Documents/Flyer_de/PM_at_Siemens.pdf – Überprüfungsdatum 25.03.2015
- [39] SCHENK, M.; WIRTH, S.; MÜLLER, E.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb: Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik. 2., vollst. überarb. u. erw. Aufl. 2014. Berlin: Springer, 2013

-
- [40] BRACHT, U.; WENZEL, S.; GECKLER, D.: Digitale Fabrik: Methoden und Praxisbeispiele. 1. Aufl. Berlin: Springer Berlin, 2009
- [41] HIMMLER, F.; AMBERG, M.: Die Digitale Fabrik – eine Literaturanalyse. In: Conference Proceedings of 11. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, 2013, S. 165–179
- [42] HIRZLE, A.: AutomationML - ein Überblick. Serie AutomationML Teil 1: Überblick. In: SPS-MAGAZIN (2012), Nr. 12, S. 65–66
- [43] BIFFL, S.; MORDINYI, R.; MOSER, T.: Integriertes Engineering mit Automation Service Bus: Paralleles Engineering mit heterogenen Werkzeugen. In: atp edition 54 (2012), Nr. 12, S. 36–43
- [44] Siemens PLM Software: Teamcenter: Intelligenter Entscheidungen, bessere Produkte durch umfassendes Product Lifecycle Management. URL http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/products/teamcenter – Überprüfungsdatum 02.02.2015
- [45] BRANDAUER, A.: Entwicklung mechatronischer Produkte in einer frühen Phase des Produktentstehungsprozesses. In: FAPS-TT GmbH (Hrsg.): Simulation mechatronischer Produkte und Produktionssysteme, 2015 (FAPS-TT Seminare).
- [46] Siemens PLM Software: NX: Transformation des gesamten Produktentwicklungsprozesses durch integrierte Softwarelösungen für Konstruktion, Simulation und Fertigung. URL http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/products/nx – Überprüfungsdatum 02.02.2015
- [47] HUNDT, L.; LUDER, A.: Development of a method for the implementation of interoperable tool chains applying mechatronical thinking — Use case engineering of logic control. In: 2012 IEEE 17th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA 2012). Piscataway, NJ: IEEE, 2012, S. 1–8
- [48] VDI 2235. 1987-10-00. Wirtschaftliche Entscheidungen beim Konstruieren; Methoden und Hilfen
- [49] BITTERMANN, H.-J.: Datenaustausch ist weiter die Achillesferse: IT-Anbieter in der Diskussion mit Hochschule und Industrie. In: PROCESS 15 (2008), 7/8, S. 60–62
- [50] SCHLÜTER, V.; HOFF, D.: Erfolgsmodelle von Anlagenplanungsunternehmen in der Feinchemie. In: Chemie Ingenieur Technik 75 (2003), Nr. 5, S. 494–503
- [51] LABRIOLA, F.: Strategisches “Time-to-Market”-Management: Relevante Problembereiche und adäquate Methoden. In: ENGEL, K.; NIPPA, M. (Hrsg.): Innovationsmanagement: Von der Idee zum erfolgreichen Produkt. Heidelberg: Physica-Verlag, 2007, S. 193–213

- [52] KRAMER, F.; KRAMER, M.: Bausteine der Unternehmensführung: Kundenzufriedenheit und Unternehmenserfolg. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 1997
- [53] Statistisches Bundesamt: Klassifikation der Wirtschaftszweige. URL https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/klassifikationwz2008_eri.pdf?__blob=publicationFile – Überprüfungsdatum 28.09.2014
- [54] GOTTWALD, K.; STROH, V.; WALDMANN, T.: Lagebericht 2010/2011: Starker Wettbewerbsdruck in einem sich erholenden Markt. Beiträge zum Industrieanlagenbau. Frankfurt am Main, März 2011
- [55] GYANA TSHANG, Y.: Corporate Governance bei Organisationskomplexität: Eine empirische Untersuchung moderierender Effekte in deutschen Aktiengesellschaften. München, Mering: Hampp, 2011
- [56] LÖWEN, U.: System Integration (FAPS Spring Summit). Mallorca, 23.02.2011
- [57] GOETZ, J.; FRANKE, J.; MUELLER-MARTIN, A.; FORTHAUS, M.; GROBHOLZ, B.: Application of Design Elements for an Engineering Community in a Multi-sector Engineering Company. In: CHEN, F. F. (Hrsg.): Proceedings of the 24th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing: Capturing competitive advantage via advanced manufacturing and enterprise transformation: May 20-23, 2014, San Antonio, Texas, USA.
- [58] ANDERL, R.; EIGNER, M.; SENDLER, U.; STARK, R.: Smart Engineering: Interdisziplinäre Produktentstehung. Berlin: Springer Vieweg, 2012
- [59] SCHEUERMANN, A.: Anlagenbauer zwischen Kostendruck und wertorientiertem Engineering: Anlagenbauer zwischen Kostendruck und wertorientiertem Engineering. In: Chemie Technik 40 (2011), Nr. 9, S. 24–27
- [60] KALAWSKY, R. S.: The Next Generation of Grand Challenges for Systems Engineering Research. In: Procedia Computer Science 16 (2013), S. 834–843
- [61] International Council on Systems Engineering (INCOSE): Systems Engineering Vision 2025. URL http://www.incose.org/newsevents/announcements/docs/SystemsEngineeringVision_2025_June2014.pdf – Überprüfungsdatum 14.07.2014
- [62] MILLER, P.; SCHMITZ, C.: The Future of Manufacturing: Scenarios for Investment in Manufacturing through 2050. URL www.arcweb.com – Überprüfungsdatum 28.04.2014
- [63] GOTTWALD, K.: Marktsituation, aktuelle Herausforderungen und Trends im Anlagenbau (2. Engineering Summit - Perspektiven und Herausforderungen im Anlagenbau). Mannheim, 20.11.2012

- [64] VDI/VDE-GESELLSCHAFT MESS- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK (GMA): Automation 2020: Bedeutung und Entwicklung der Automation bis zum Jahr 2020. Thesen und Handlungsfelder. Düsseldorf, 2009
- [65] Process indicators for product engineering (PIPE): Engineering-Prozesse einheitlich bewerten. Frankfurt am Main: VDMA-Verlag, 2013
- [66] LUDER, A.; FOEHR, M.; HUNDT, L.; HOFFMANN, M.; LANGER, Y.; FRANK, S.: Aggregation of engineering processes regarding the mechatronic approach. In: ETFA2011: IEEE, 2011, S. 1–8
- [67] SCHNIEDER, E.: Methoden der Automatisierung: Beschreibungsmittel, Modellkonzepte und Werkzeuge für Automatisierungssysteme. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1999
- [68] Aquimo: Adaptierbares Modellierungswerkzeug und Qualifizierungsprogramm für den Aufbau firmenspezifischer mechatronischer Engineeringprozesse. Frankfurt am Main: VDMA-Verlag, 2010
- [69] JAZDI, N.; MAGA, C.; GÖHNER, P.; EHBEN, T.; TETZNER, T.; LÖWEN, U.: Mehr Systematik für den Anlagenbau und das industrielle Lösungsgeschäft — Ge-steigerte Effizienz durch Domain Engineering. In: at - Automatisierungstechnik 58 (2010), Nr. 9
- [70] HUNDT, L.; LÜDER, A.; ESTÉVEZ, E. E.: Engineering of manufacturing systems within engineering networks. In: 2010 IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. Piscataway: IEEE, 2010, S. 1–8
- [71] JÄGER, T.; CHRISTIANSEN, L.; STRUBE, M.; FAY, A.: Durchgängiges Engineering von der Anforderungserhebung bis zur Anlagenstrukturbeschreibung. In: at - Automatisierungstechnik 61 (2013), Nr. 2, S. 92–101
- [72] VDI/VDE 3695 Blatt 3. 2010-12-00. Engineering von Anlagen - Evaluieren und optimieren des Engineerings - Themenfeld Methoden
- [73] WIENDAHL, H.-P.: Planung modularer Fabriken: Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. München, Wien: Hanser, 2005
- [74] KOCKMANN, N.; KUSSI, J.; SCHEMBECKER, G.; BRAMSIEPE, C.: Die 50 %-Idee: Modularisierung im Planungsprozess. In: Chemie Ingenieur Technik 84 (2012), Nr. 5, S. 581–587
- [75] MAHLER, C.: Automatisierungsmodule für ein funktionsorientiertes Automatisierungsengineering. Dissertation. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2014
- [76] WEYRICH, M.; KLEIN, P.: Assisted engineering for mechatronic manufacturing systems based on a modularization concept. In: 2012 IEEE 17th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA 2012). Piscataway, NJ: IEEE, 2012, S. 1–8

- [77] GEPP, M.; AMBERG, M.; VOLLMAR, J.: Standardisierungsprogramme im Anlagen-Engineering - Ein Diskussionsbeitrag zur Begriffsbestimmung. In: MAURER, M.; SCHULZE, S.-O. (Hrsg.): Tag des Systems Engineering. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2013, S. 85–94
- [78] Chemie Technik: VDMA Anlagenbau: Erhebliches Ergebnispotenzial durch Modularisierung. URL <http://www.chemietechnik.de/texte/anzeigen/121301> – Überprüfungsdatum 14.07.2014
- [79] VDI/VDE 3682 Blatt 1. 2014. Formalisierte Prozessbeschreibungen - Konzept und grafische Darstellung
- [80] SCHÜTZ, D.; WANNAGAT, A.: Domänenspezifische Modellierung für automatisierungstechnische Anlagen mit Hilfe der SysML. In: atp edition 51 (2009), Nr. 3, S. 54–62
- [81] ROSCH, S.; SCHUTZ, D.; BAYRAK, G.; VOGEL-HEUSER, B.: Supporting integrated development of closed-loop PLC control software for production systems. In: IECON 2012 - 38th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics, S. 6185–6190
- [82] BOHM, B.; GEWALD, N.; KOHLEIN, A.; ELGER, J.: Mechatronic models as a driver for digital plant engineering. In: Factory Automation (ETFA 2011), S. 1–8
- [83] VDI/VDE 3695 Blatt 4. 2010-12-00. Engineering von Anlagen - Evaluieren und optimieren des Engineerings - Themenfeld Hilfsmittel
- [84] DE LEEUW, V.; GÜLDNER, F.: “Best Practices“ im Anlageninformationsmanagement erhöhen die Verfügbarkeit und senken Betriebs- und Sicherheitsrisiken. URL https://w3.siemens.com/mcms/plant-engineering-software/en/comos-lifecycle/comos-walkinside/Documents/Whitepaper_COMOS_Walkinside_DE.pdf – Überprüfungsdatum 28.07.2014
- [85] VOGEL-HEUSER, B.; DIEDRICH, C.; FAY, A.; JESCHKE, S.; KOWALEWSKI, S.; WOLLSCHLAEGER, M.; GÖHNER, P.: Challenges for Software Engineering in Automation. In: Journal of Software Engineering and Applications 07 (2014), Nr. 05, S. 440–451
- [86] BERGER, H.: Automatisieren mit SIMATIC S7-400 im TIA Portal: Projektieren, Programmieren und Testen mit STEP 7 Professional. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2014
- [87] DRATH, R.; FAY, A.; BARTH, M.: Interoperabilität von Engineering-Werkzeugen. In: at - Automatisierungstechnik 59 (2011), Nr. 7, S. 451–460
- [88] BARTH, M.; DRATH, R.; FAY, A.; ZIMMER, F.; ECKERT, K.: Evaluation of the openness of automation tools for interoperability in engineering tool chains, S. 1–8

-
- [89] DRATH, R. (Hrsg.): Datenaustausch in der Anlagenplanung mit AutomationML: Integration von CAEX, PLCopen XML und COLLADA. Heidelberg, New York: Springer, 2010
- [90] TEMMEN, H.; RICHERT, H.: Erfahrungen und Perspektiven nach 7 Jahren Degussa PlantXML (7. Symposium "Informationstechnologie für Entwicklung und Produktion in der Verfahrenstechnik"). Aachen, 26.03.2010
- [91] ABRAMOVICI, M.; SCHULTE, S.: Product Lifecycle Management: Ein strategischer Lösungsansatz für durchgängige Prozessketten und Informationsflüsse. In: CAD/CAM (2005), Nr. 2, S. 32–35
- [92] VDI/VDE 3695 Blatt 5. 2013-08-00. Engineering von Anlagen - Evaluieren und Optimieren des Engineerings - Themenfeld Aufbauorganisation
- [93] ERNST, H. (Hrsg.); DUBIEL, A. T. (Hrsg.); FISCHER, M. (Hrsg.): Industrielle Forschung und Entwicklung in Emerging Markets. Wiesbaden: Gabler, 2009
- [94] FILOUS, M. N.: Aufbau des Engineering Centers India. In: ERNST, H.; DUBIEL, A. T.; FISCHER, M. (Hrsg.): Industrielle Forschung und Entwicklung in Emerging Markets. Wiesbaden: Gabler, 2009, S. 205–219
- [95] SCHAEFFLER, T.; KODES, R.; FOEHR, M.; LÜDER, A.; GÖTZ, J.; FRANKE, J.: A Readiness Check for Regionalization of Engineering. In: Proceedings of the 40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society.
- [96] MÜLLER, E.; ENGELMANN, J.; LÖFFLER, T.; JÖRG, S.: Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013
- [97] KHALAF, S.: Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Erstellung energieeffizienter Fertigungsstrategien für verkettete Fertigungssysteme. 1. Auflage. Aachen: Shaker, 2012
- [98] RACKOW, T.; SCHUDERER, P.; FRANKE, J.: Green Controlling - Ressourcenorientierte Steuerung von Unternehmen. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 108 (2013), Nr. 10, S. 773–777
- [99] LÖWEN, U.: What is good Engineering? (2nd AutomationML User Conference). Böblingen, 09.05.2012
- [100] FRANKE, J.; GÖTZ, J.: Engineering Community: Vernetzung für effiziente Anlagenplanung. In: chemie&more 5 (2014), Nr. 2, S. 10–14
- [101] GASSMANN, O.; HIPPEL, C.: Hebeleffekte in der Wissensgenerierung: Die Rolle von technischen Dienstleistern als externe Wissensquelle. In: ALBACH, H. (Hrsg.): Personalmanagement 2001. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2001, S. 141–160

- [102] MENZ, M.; SCHMID, T.; MÜLLER-STEWENS, G.; LECHNER, C.: Strategische Initiativen und Programme: Unternehmen gezielt transformieren. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2012
- [103] MÜLLER-STEWENS, G.; LECHNER, C.: Strategisches Management: Wie strategische Initiativen zum Wandel führen : der St. Galler General Management Navigator. 3., aktualisierte Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2005
- [104] GILBERT, X.; BÜCHEL, B.; DAVIDSON, R.: Erfolgreiche Umsetzung strategischer Initiativen: Sieben Erkenntnisse zur Überwindung der häufigsten Hürden. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2010
- [105] HOLSTEIN, W. K.; CAMPELL, D. R.: Efficient and Effective Strategy Implementation: The Next Source of Competitive Advantage, Bd. 15. In: BERNDT, R. (Hrsg.): Weltwirtschaft 2010. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009 (Herausforderungen an das Management), S. 57–70
- [106] LAVE, J.; WENGER, E.: Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge [England], New York: Cambridge University Press, 1991
- [107] RICHTER, A.; KOCH, M.: Social Software – Status quo und Zukunft. URL <http://www.kooperationssysteme.de/docs/pubs/RichterKoch2007-bericht-socialsoftware.pdf> – Überprüfungsdatum 25.03.2014
- [108] WENGER, E.; SNYDER, W.: Communities of practice: The organizational frontier. In: Harvard Business Review (2000), Jan-Feb, S. 139–145
- [109] AGRESTI, W.: Tailoring IT support to communities of practice. In: IT Professional 5 (2003), Nr. 6, S. 24–28
- [110] HUYSMAN, M.; WULF, V.: The Role of Information Technology in Building and Sustaining the Relational Base of Communities. In: The Information Society 21 (2005), Nr. 2, S. 81–89
- [111] LESSER, E. L.; STORCK, J.: Communities of practice and organizational performance. In: IBM Systems Journal 40 (2001), Nr. 4, S. 831–841
- [112] ZBORALSKI, K.: Wissensmanagement durch Communities of Practice. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2007
- [113] PEMBERTON, J.; MAVIN, S.; STALKER, B.: Scratching beneath the surface of communities of (mal)practice. In: The Learning Organization 14 (2007), Nr. 1, S. 62–73
- [114] ARDICHVILI, A.; PAGE, V.; WENTLING, T.: Motivation and barriers to participation in virtual knowledge-sharing communities of practice. In: Journal of Knowledge Management 7 (2003), Nr. 1, S. 64–77

-
- [115] WASKO, M. M.; FARAJ, S.: Why Should I Share? Examining Social Capital and Knowledge Contribution in Electronic Networks of Practice. In: MIS Quarterly 29 (2005), Nr. 1, S. 35–57
- [116] CRESS, U.; MARTIN, S.: Knowledge sharing and rewards: a game-theoretical perspective. In: Knowl Manage Res Pract (Knowledge Management Research & Practice) 4 (2006), Nr. 4, S. 283–292
- [117] FAHEY, R.; VASCONCELOS, A. C.; ELLIS, D.: The impact of rewards within communities of practice: a study of the SAP online global community. In: Knowledge Management Research & Practice 5 (2007), Nr. 3, S. 186–198
- [118] USORO, A.; SHARRATT, M. W.; TSUI, E.; SHEKHAR, S.: Trust as an antecedent to knowledge sharing in virtual communities of practice. In: Knowledge Management Research & Practice 5 (2007), Nr. 3, S. 199–212
- [119] WENGER, E.; TRAYNER, B.; LAAT, M. de: Promoting and assessing value creation in communities and networks: a conceptual framework. Heerlen: Ruud de Moor Centrum, Open Universiteit, 2011
- [120] SCARSO, E.; BOLISANI, E.; SALVADOR, L.: A systematic framework for analysing the critical success factors of communities of practice. In: Journal of Knowledge Management 13 (2009), Nr. 6, S. 431–447
- [121] BOURHIS, A.; DUBÉ, L.; JACOB, R.: The Success of Virtual Communities of Practice: The Leadership Factor. In: Electronic Journal of Knowledge Management 3 (2005), Nr. 1, S. 23–34
- [122] BRESNEN, M.; EDELMAN, L.; NEWELL, S.; SCARBROUGH, H.; SWAN, J.: Social practices and the management of knowledge in project environments. In: International Journal of Project Management 21 (2003), Nr. 3, S. 157–166
- [123] FREY-LUXEMBURGER, M.: Wissensmanagement - Grundlagen und praktische Anwendung: Eine Einführung in das IT-gestützte Management der Ressource Wissen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2014
- [124] NORTH, K.: Wissensorientierte Unternehmensführung: Wertschöpfung durch Wissen. Wiesbaden: Gabler, 1998
- [125] PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K.: Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 7., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2012
- [126] WESOLY, M.; OHLHAUSEN, P.; BUCHER, M.; HICHERT, R.; KORGE, G.; SCHNABEL, U.; GAIROLA, A.; REICHWALD, R.; HABICHT, H.; MÖSLEIN, K.; SCHWARZ, T.; SCHÖNSLEBEN, P.; SCHERER, E.; SCHLOSKE, A.; ADLBRECHT, G.; FEDERHEN, J.: Information und Kommunikation. In: BULLINGER, H.-J.; SPATH, D.; WARNECKE,

- H.-J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 699–821
- [127] DECKER, B.: Wissen und Information 2005. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verl., 2005
- [128] KAMPKER, A.; SCHUH, G.; SCHITTNY, B.: Unternehmensstruktur. In: SCHUH, G.; KAMPKER, A. (Hrsg.): Strategie und Management produzierender Unternehmen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, S. 133–229
- [129] KIRSCH, W.: Kommunikatives Handeln, Autopoiese, Rationalität: Sondierungen zu einer evolutionären Führungslehre. Herrsching: Kirsch, 1992
- [130] SCHÜTT, P.: Wissensmanagement: Mehrwert durch Wissen; Nutzenpotentiale ermitteln; den Wissenstransfer organisieren. Niedernhausen/Ts., [Wiesbaden]: Falken; Gabler, 2000
- [131] VDI 5610. 2009-03-00. Wissensmanagement im Ingenieurwesen - Grundlagen, Konzepte, Vorgehen
- [132] MERTINS, K. (Hrsg.): Wissensmanagement im Mittelstand: Grundlagen - Lösungen - Praxisbeispiele. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009
- [133] HANSEN, M. T.; NOHRIA, N.; TIERNEY, T.: What's your strategy for managing knowledge? In: Harvard business review 77 (1999), Nr. 2, S. 106-16, 187
- [134] HELM, R.; MECKL, R.; SODEIK, N.: Systematisierung der Erfolgsfaktoren von Wissensmanagement auf Basis der bisherigen empirischen Forschung. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft 77 (2007), Nr. 2, S. 211–241
- [135] ZACK, M.: Developing a knowledge strategy. In: California Management Review (1999), Nr. 3, S. 125–145
- [136] DESOUZA, K. C.; RAIDER, J. J.: Cutting corners: CKOs and knowledge management. In: Business Process Management Journal 12 (2006), Nr. 2, S. 129–134
- [137] ORTH, R.; VOIGT, S.; KOHL, I.: Praxisleitfaden Wissensmanagement: Prozessorientiertes Wissensmanagement nach dem ProWis-Ansatz einführen. Stuttgart: Fraunhofer-Verlag, 2011
- [138] BOH, W. F.: Mechanisms for sharing knowledge in project-based organizations. In: Information and Organization 17 (2007), Nr. 1, S. 27–58
- [139] BRESNEN, M.: Embedding New Management Knowledge in Project-Based Organizations. In: Organization Studies 25 (2004), Nr. 9, S. 1535–1555
- [140] ENGWALL, M.: No project is an island: linking projects to history and context. In: Research Policy 32 (2003), Nr. 5, S. 789–808

- [141] BRUHN, M. (Hrsg.): Dienstleistungsmanagement und Social Media: Potenziale, Strategien und Instrumente; Forum Dienstleistungsmanagement. Wiesbaden: Springer Gabler, 2013
- [142] MCAFEE, A.: Enterprise 2.0: New Collaborative Tools for Your Organization's Toughest Challenges: Harvard Business Press, 2009
- [143] WALSH, G. (Hrsg.): Web 2.0: Neue Perspektiven für Marketing und Medien. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011
- [144] SCHMIDT, J.-H.: Social Media. Wiesbaden: Springer VS, 2013
- [145] KOCH, M.; RICHTER, A.: Enterprise 2.0: Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social-Software in Unternehmen. 2., aktualisierte und erw. Auflage. München: Oldenbourg, 2009
- [146] LEOPOLD, H.: Social Media. In: e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 129 (2012), Nr. 2, S. 59
- [147] TUTEN, T. L.; SOLOMON, M. R.: Social media marketing. Boston: Pearson, 2013
- [148] BUCHHOLZ, U.; KNORRE, S.: Interne Unternehmenskommunikation in resilienten Organisationen. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012
- [149] MCAFEE, A.: Eine Definition von Enterprise 2.0. In: BUHSE, W. (Hrsg.): Enterprise 2.0 - die Kunst, loszulassen. 3. Auflage. Berlin: Rhombos-Verlag, 2010, S. 17–36
- [150] BONGARTZ, F.: Studie: Jedes zweite Unternehmen verschläft beruflichen Nutzen von Social Media. URL <http://www.presseportal.de/pm/101823/2549709/studie-jedes-zweite-unternehmen-verschlaeft-beruflichen-nutzen-von-social-media> – Überprüfungsdatum 02.10.2013
- [151] INGENHOFF, D.; MEIER, A.: Social Media. Heidelberg: Dpunkt.verlag, 2012
- [152] GÖHRING, M.; NIEMEIER, J.; VUJNOVIC, M.: Enterprise 2.0 - Zehn Einblicke in den Stand der Einführung. URL http://www.centrestage.de/wp-content/uploads/2010/03/Enterprise20_Studie2010_centrestageGmbH.pdf – Überprüfungsdatum 13.10.2013
- [153] Berlecon Research GmbH: Web2.0 in Unternehmen -Potenziale von Wikis, Weblogs und Social Software. URL http://www.berlecon.de/studien/downloads/Berlecon_Web2.0.pdf – Überprüfungsdatum 22.10.2013
- [154] BUGHIN, J.; CHUI, M.: The rise of the networked enterprise: Web 2.0 finds its payday. URL http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/the_rise_of_the_networked_enterprise_web_20_finds_its_payday – Überprüfungsdatum 17.10.2014

- [155] CHUI, M.; MANYIKA, J.; BUGHIN, J.: The social economy: Unlocking value and productivity through social technologies. URL http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/the_social_economy – Überprüfungsdatum 17.10.2014
- [156] SCHUH, G.: Change Management - Prozesse strategiekonform gestalten. Berlin: Springer, 2006
- [157] GÖTZ, J.: Etablierung strategischer Initiativen zum Erfahrungsaustausch und zur Vernetzung im Anlagenengineering. In: FAPS-TT GmbH (Hrsg.): Erfahrungsberichte zum Engineering komplexer Anlagen, 2013 (FAPS-TT Seminare).
- [158] WATERMAN, R. H.; PETERS, T. J.; PHILLIPS, J. R.: Structure is not organization. In: Business Horizons 23 (1980), Nr. 3, S. 14–26
- [159] REINEKE, R.-D. (Hrsg.): Gabler, Lexikon Unternehmensberatung. 1. Auflage. Wiesbaden: Gabler, 2007
- [160] CHANDLER, A. D.: Strategy and structure: Chapters in the history of the American industrial enterprise. Washington, D.C: Beard Books, 2003
- [161] KRANZ, M.: Management von Strategieprozessen: Von der strategischen Planung zur integrierten Strategieentwicklung. 1. Auflage. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl., 2007
- [162] FIEGENBAUM, A. V.; HART, S.; SCHENDEL, D. A.: Strategic Reference Point Theory. In: Strategic Management Journal 17 (1996), Nr. 3, S. 219–235
- [163] LEIDECKER, J. K.; BRUNO, A. V.: Identifying and using critical success factors. In: Long Range Planning 17 (1984), Nr. 1, S. 23–32
- [164] DYER, J. H.; SINGH, H.: The relational view: cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. In: Academy of Management Review 23 (1998), Nr. 4, S. 660–679
- [165] SCHUH, G. (Hrsg.); KAMPKER, A. (Hrsg.): Strategie und Management produzierender Unternehmen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011
- [166] BRECHT, U.: BWL für Führungskräfte: Was Entscheider im Unternehmen wissen müssen. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler, 2012
- [167] MÜLLER-STEWENS, G.; LECHNER, C.: Strategisches Management: Wie strategische Initiativen zum Wandel führen. In: Strategisches Management (2011)
- [168] SCHUH, G. (Hrsg.): Handbuch Produktion und Management. 2. vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Springer, 2011

-
- [169] BLEICHER, K.: Das Konzept Integriertes Management: Visionen - Missionen - Programme. 8., überarbeitete Auflage. Frankfurt am Main: Campus, 2011
- [170] NONNECKE, B.; PREECE, J.: Lurker demographics. In: TURNER, T.; SZWILLUS, G. (Hrsg.): the SIGCHI conference, S. 73–80
- [171] JAKOBY, W.: Projektmanagement für Ingenieure: Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013
- [172] w3techs.com: Top 10 Content-Management-Systeme (CMS) weltweit nach Marktanteil im September 2014. URL <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/320670/umfrage/marktanteile-der-content-management-systeme-cms-weltweit/> – Überprüfungsdatum 03.11.2014
- [173] HÜTTENEGGER, G.: Open Source Knowledge Management. Berlin: Springer, 2006
- [174] EBERSBACH, A.; GLASER, M.; KUBANI, R.: Joomla! 2.5 für Einsteiger. 3., aktualisierte Auflage. Bonn: Galileo Press, 2012
- [175] BROSSOG, M.; MICHL, M.; FRANKE, J.: Web-based Engineering Platform for Planning and Simulation of Industrial Plants and Workcells. In: Proceedings of the 1st International Conference on Through-life Engineering Services: “Enduring and Cost-Effective Engineering Support Solutions”: Cranfield University Press, 2012
- [176] MICHL, M.: Webbasierte Ansätze zur ganzheitlichen technischen Diagnose. Dissertation. Bamberg: Meisenbach Verlag, 2013
- [177] FAERBER, M.: Prozessorientiertes Qualitätsmanagement: Ein Konzept Zur Implementierung: Gabler, 2010
- [178] BROY, M.; KUHRMANN, M.: Projektorganisation und Management im Software Engineering. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2013
- [179] KNEUPER, R.: CMMI: Improving software and systems development processes using capability maturity model integration (CMMI-DEV). 1st ed. Santa Barbara, CA: Rocky Nook, 2009
- [180] HAASE, V.; MESSNARZ, R.; KOCH, G.; KUGLER, H. J.; DECRINIS, P.: Bootstrap: fine-tuning process assessment. In: IEEE Software 11 (1994), Nr. 4, S. 25–35
- [181] TOUTENBURG, H.; KNÖFEL, P.: Six Sigma: Methoden und Statistik für die Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008
- [182] SCHAWEL, C.; BILLING, F.: Six Sigma. In: SCHAWEL, C.; BILLING, F. (Hrsg.): Top 100 Management Tools. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2014, S. 231–233

- [183] Freeman, R. Edward Edward; McVEA, J.: A Stakeholder Approach to Strategic Management. In: SSRN Electronic Journal (2001)
- [184] GARDNER, J. R.; RACHLIN, R.; SWEENEY, A.: Handbook of strategic planning. New York: J. Wiley, 1986
- [185] SAVAGE, G. T.; NIX, T. W.; WHITEHEAD, C. J.; BLAIR, J. D.: Strategies for assessing and managing organizational stakeholders. In: Executive 5 (1991), Nr. 2, S. 61–75
- [186] FAUST, M.: Globale Managementberatung: Bedingungen, Versprechen, Enttäuschungen und Alternativen. 1. Auflage. München, Mering: Hampp, 2014
- [187] HIRSCH, J. E.: An index to quantify an individual's scientific research output. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102 (2005), Nr. 46, S. 16569–16572
- [188] HOFFMANN, C. P.; LUTZ, C.; MECKEL, M.: Impact Factor 2.0: Applying Social Network Analysis to Scientific Impact Assessment. In: 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), S. 1576–1585
- [189] STAIGER, M.: Wissensmanagement in kleinen und mittelständischen Unternehmen: Systematische Gestaltung einer wissensorientierten Organisationsstruktur und -kultur. 1. Auflage. Mering: Rainer Hampp Verlag, 2008
- [190] AHMED, P. K.; LIM, K. K.; Loh, Ann Y. E: Learning through knowledge management. Oxford, Boston: Butterworth-Heinemann, 2002
- [191] ALEX, B.; BECKER, D.; STRATMANN, J.: Ganzheitliches Wissensmanagement und wertorientierte Unternehmensführung. In: GÖTZ, K. (Hrsg.): Wissensmanagement: Zwischen Wissen und Nichtwissen. 4., verbesserte Auflage. München, Mering: Hampp, 2002 (Managementkonzepte, Bd. 9).
- [192] ARMUTAT, S.: Wissensmanagement erfolgreich einführen: Strategien - Instrumente - Praxisbeispiele. 1. Aufl. Düsseldorf: DGFP, 2002
- [193] DAMODARAN, L.; OLPHERT, W.: Barriers and facilitators to the use of knowledge management systems. In: Behaviour & Information Technology 19 (2000), Nr. 6, S. 405–413
- [194] DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L.: Wenn Ihr Unternehmen wüßte, was es alles weiß...: Das Praxishandbuch zum Wissensmanagement. 2. Auflage. Landsberg/Lech: Mi, Verl. Moderne Industrie, 1999
- [195] JANZ, B. D.; PRASARNPHANICH, P.: Understanding the Antecedents of Effective Knowledge Management: The Importance of a Knowledge-Centered Culture. In: Decision Sciences 34 (2003), Nr. 2, S. 351–384

- [196] VONKROGH, G.; KÖHNE, M.: Der Wissenstransfer in Unternehmen: Phasen des Wissenstransfers und wichtige Einflussfaktoren. In: Die Unternehmung (1998), Nr. 5, S. 235-252
- [197] O'DELL, C.; Jr., C. Jackson Grayson: Knowledge transfer: Discover your value proposition. In: Strategy & Leadership 27 (1999), Nr. 2, S. 10–15
- [198] SCHREYÖGG, G.: Organisation: Grundlagen moderner Organisationsgestaltung. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler, 2003
- [199] TRICE, H. M.; BEYER, J. M.: The cultures of work organizations. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1993
- [200] ROWLINSON, M.; PROCTER, S.: Organizational Culture and Business History. In: Organization Studies 20 (1999), Nr. 3, S. 369–396
- [201] ROBBINS, R. F.: Harnessing 'Group Memory' to Build a Knowledge-Sharing Culture. In: Of Counsel 22 (2003), Nr. 6, S. 7
- [202] LAUFER, H.: Praxis erfolgreicher Mitarbeitermotivation: Techniken, Instrumente, Arbeitshilfen. Offenbach: GABAL Verlag, 2013
- [203] BULLINGER, H. J.; SPATH, D.; WARNECKE, H. J.; WESTKÄMPER, E.: Handbuch Unternehmensorganisation: Strategien, Planung, Umsetzung. 3., neu bearbeitete Auflage. Berlin: Springer Berlin, 2008
- [204] LOWENDAHL, B. R.; REVANG, O.; FOSSTENLOKKEN, S. M.: Knowledge and Value Creation in Professional Service Firms: A Framework for Analysis. In: Human Relations 54 (2001), Nr. 7, S. 911–931
- [205] MAISTER, D. H.: True professionalism: The courage to care about your people, your clients, and your career. [S.l.]: Free Press, 2014
- [206] MÜLLER-STEWENS, G.: Professional service firms: Wie sich multinationale Dienstleister positionieren. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Frankfurter Allg., Zeitung für Deutschland, Verl.-Bereich Buch, 1999
- [207] KELLNER, H.: Projekte konfliktfrei führen: Wie Sie ein erfolgreiches Team aufbauen. München [u.a.]: Hanser, 2000
- [208] BORNHOFF, J.; FRENZER, S.: Netzwerkarbeit erfolgreich gestalten. In: WOHLFART, U. (Hrsg.): Netzwerkarbeit erfolgreich gestalten: Orientierungsrahmen und Impulse: Bertelsmann, 2006
- [209] KAUFFELD, S.: Nachhaltige Weiterbildung: Betriebliche Seminare und Trainings entwickeln, Erfolge messen, Transfer sichern. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010
- [210] HÖLTERHOFF, H.; BECKER, M.: Aufgaben und Organisation der betrieblichen Weiterbildung. München: Hanser, 1986

- [211] DIN ISO 29990. 2010-12-00. Lerndienstleistungen für die Aus- und Weiterbildung - Grundlegende Anforderungen an Dienstleister
- [212] LEITL, M.: Unternehmenskultur? In: Harvard Business Manager (2010), 1/2010
- [213] POSNER, B. Z.; KOUZES, J. M.; SCHMIDT, W. H.: Shared Values Make a Difference: An Empirical Test of Corporate Culture. In: Human Resource Management 24 (1985), Nr. 3, S. 293–309
- [214] GANZ, W.: Leitbilder – mehr Wertschöpfung durch Werte. In: BULLINGER, H.-J.; SPATH, D.; WARNECKE, H.-J.; WESTKÄMPER, E. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009
- [215] KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P.: Balanced Scorecard. In: BOERSCH, C.; ELSCHEN, R. (Hrsg.): Das Summa Summarum des Management. Wiesbaden: Gabler, 2007, S. 137–148
- [216] EFQM: DIE ACHT ECKPFEILER DER EXCELLENCE: DIE GRUNDKONZEPTE DER EFQM UND IHR NUTZEN. Brussels, 1999
- [217] RAPPAPORT, A.: Creating shareholder value: A guide for managers and investors. [S.l.]: Free Press, 2014
- [218] EDVINSSON, L.: Developing intellectual capital at Skandia. In: Long Range Planning 30 (1997), Nr. 3, S. 366–373
- [219] KLINGEBIEL, N.: Integriertes performance measurement. 1. Auflage. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.], 2000
- [220] SOMMERHOFF, B.: EFQM zur Organisationsentwicklung. München: Hanser, 2013

Studentische Arbeiten

- [S1] PLASIL, M.: Untersuchung über den Verbreitungsgrad und die Verankerung von Enterprise 2.0 Anwendungen im produktiven Einsatz in Unternehmen des Anlagenbaus. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Bachelorarbeit. 2014
- [S2] STORR, A.: Analyse, Auswahl und Implementierung einer Plattform zur Unterstützung der Kommunikation und Zusammenarbeit im Engineering industrieller Anlagen. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Bachelorarbeit. 2014
- [S3] HAHN, D.: Plattformauswahl, Architekturkonzept und Pilot-Implementierung für eine kollaborative Engineeringplattform. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Bachelorarbeit. 2014
- [S4] BOGNER, E.: Konzeption und inhaltliche Ausgestaltung eines Wissensmanagementwerkzeugs für das Anlagenengineering. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Bachelorarbeit. 2012
- [S5] WOLFRUM, S.: Erstellung eines Tools zur Evaluation und zur Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen für eine Engineering Organisation anhand der VDI 3695. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Bachelorarbeit. 2014
- [S6] RUMMLER, K.: Stakeholderanalyse in technologiebezogenen Netzwerken unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des Engineerings im Anlagenbau. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Bachelorarbeit. 2012
- [S7] KÖSEOGLU, N.: Erarbeitung, Analyse und Strukturierung von Qualitätskriterien für Trainingsprogramme im Engineering. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Masterarbeit. 2014
- [S8] DIETZ, M.: Erfolgsmessung strategischer Initiativen mit technischem Hintergrund. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik: Masterarbeit. 2014

