



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Diplomarbeit

Entwicklung und Implementierung eines Technologiemonitoring-Modells am Beispiel eines urbanen Energieversorgers

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur (Dipl.-Ing.)

unter der Leitung von

Univ. Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Sebastian Schlund

(E330 Institut für Managementwissenschaften, E330-02 - Forschungsbereich
Betriebstechnik, Systemplanung und Facility Management)

und

Dipl.-Ing. Dr.techn. Arko Steinwender

(Fraunhofer Austria Research GmbH, Center für Nachhaltige Produktion und
Logistik, Geschäftsbereich Fabrikplanung und Produktionsmanagement)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Bertold Götzendorfer BSc

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Wien, im September 2023

Bertold Götzendorfer



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im Mai 2023

Bertold Götzendorfer

Danksagung

Ich möchte mich sehr herzlich bei meinen Betreuern Hrn. Prof. Sebastian Schlund & Arko Steinwender bedanken, die mich während des gesamten Prozesses der Erstellung meiner Diplomarbeit begleitet und unterstützt haben. Ihre wertvollen Vorschläge und Anregungen waren unverzichtbar für das Gelingen meiner Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Lukas H. welcher mich beim Verfassen dieser Arbeit nicht nur tatkräftig unterstützt hat, sondern von dem ich in dieser Zeit auch zwischenmenschlich viel lernen konnte. Außerdem gilt ein großer Dank Martin H., welche mir von Unternehmensseite die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit zu verfassen.

Auch möchte ich mich bei meinen Kommilitonen für die gemeinsame Studienzeit bedanken. Gemeinsam mit ihnen war das Studium eine spannende, anspruchsvolle, schwierige aber auch eine erfreuliche und lohnende Zeit.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen Eltern dafür bedanken, dass sie mir die Chance ermöglicht haben, ein Studium absolvieren zu können, sowie bei meiner Partnerin Karoline für die Unterstützung in den letzten Jahren.

Gender Erklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit die Sprachform des generischen Maskulinums verwendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

Kurzfassung

Zur Bekämpfung der Klimakrise müssen Energieversorger ihre bestehenden Geschäftsmodelle anpassen, um den Ausstoß fossiler Treibhausgase zu verringern. Gleichzeitig muss immer die Versorgungssicherheit der Kunden gewährleistet bleiben. Zur Erreichung dieser Ziele wird der Einsatz von neuen, in den Unternehmen teils noch unbekannten Technologien notwendig. Aufgrund der hohen Investitionssummen und langen Vorlaufzeiten in diesem Wirtschaftssektor bedarf es ein umfassendes Monitoring, um fundierte und nachhaltige Entscheidungen über den Einsatz neuartiger Technologien treffen zu können.

Das Ziel der Arbeit ist festzustellen, auf welche Art und Weise ein Technologiemonitoring in einem großen Energieversorgungsunternehmen umgesetzt werden kann, sodass es zu einer systematischen Wissensgenerierung führt, welches die Findung und Erreichung strategischer Ziele stützt.

Zu diesem Zweck wird in der vorliegenden Arbeit in Kooperation mit einem Unternehmen ein Technologiemonitoring-Modell entwickelt, welcher über die verschiedenen Geschäftsbereiche und Abteilungen hinweg systematisch Wissen sammelt, kategorisiert und bewertet. Das Modell orientiert sich dabei an existierenden und erprobten Technologiemonitoring-Modellen aus der Literatur und wird an die individuellen Anforderungen des Unternehmens angepasst und weiterentwickelt.

Zur Zielerreichung wurde zu Beginn der Arbeit eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, um die theoretischen Grundlagen zu Technologiemonitoring-Modellen zu erarbeiten. Anhand einer systematischen Literaturrecherche wurden aktuelle Forschungsergebnisse sowie Forschungslücken aufgezeigt. Im praktischen Teil der Arbeit wird das gegenständliche Unternehmen sowie dessen Rahmenbedingungen vorgestellt. In Form einer Anforderungsanalyse wird die notwendige Ausprägung eines Technologiemonitorings erarbeitet. Anschließend wird das entwickelte Modell mit den durchzuführenden Aktivitäten vorgestellt. Zum Abschluss wird das Modell am Beispiel zweier Suchfelder bzw. einer Technologie erprobt und die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden dokumentiert.

Abstract

To combat the climate crisis, energy suppliers need to adapt their existing business models to reduce fossil greenhouse gas emissions. At the same time, the supply for customers must always be guaranteed. To achieve these goals, the use of new technologies, some of which are unknown in the company, is necessary. Due to high investment sums and long lead times in this sector, a comprehensive monitoring is required to be able to make well-founded and sustainable decisions about the use of new technologies.

The goal of this thesis is to determine how technology monitoring can be implemented in a large energy supply company so that it leads to a systematic generation of knowledge that supports the finding and achievement of strategic goals.

For this purpose, a technology monitoring model is developed in cooperation with a company, which systematically collects, categorizes, and evaluates knowledge across the various business areas and departments. The model is based on existing and tested monitoring models from the literature and is adapted and further developed to meet the individual requirements of the company.

To achieve this goal, a comprehensive literature review was conducted at the beginning of the work to develop the theoretical foundations. Current research results as well as research gaps were identified through a systematic literature review. In the practical part of the work, the company in question and its framework conditions are presented. The necessary characteristics of the technology monitoring model are analyzed in the form of a requirement analysis. Subsequently, the activities of the developed model are presented. Finally, the model is tested using two search fields and one technology as an example, and the knowledge gained from this is documented.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
1.1	Problemstellung	3
1.2	Zielsetzung.....	4
1.3	Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	5
2.	Theoretische Grundlagen	7
2.1	Technologie – Begriff und Einteilung.....	7
2.2	Technologiemanagement: Begriffe	12
2.3	Technologiemonitoring: Einordnung und Begriffsabgrenzung.....	15
2.4	Kulturelle und organisatorische Integration in Unternehmen.....	16
2.5	Aktivitäten und Methoden des Technologiemonitorings	25
2.5.1	Identifikation relevanter Technologiesuchfelder	28
2.5.2	Informationssammlung zu Technologien	31
2.5.3	Technologiebewertung.....	34
2.5.4	Kommunikation der Ergebnisse	44
3	Stand der Forschung	48
3.1	Systematische Literaturrecherche	48
3.1.1	Durchführung der Recherche.....	49
3.1.2	Ergebnisse der Recherche.....	52
3.2	Bedarfsableitung	54
4.	Entwicklung des Technologiemonitoring-Modells	56
4.1	Case Study.....	56
4.1.1	Organisation des Unternehmens	56
4.1.2	Ausgangssituation & Zielsetzung	57
4.2	Anforderungsanalyse	58
4.3	Erarbeitung des Modells.....	64
4.4	Modellüberblick	68
4.5	Aktivitäten des TechMo	70

4.5.1	Definition und Bewertung relevanter Suchfelder	71
4.5.2	Technologieauswahl & Informationsbeschaffung	76
4.5.3	Bewertung relevanter Technologien	77
4.5.4	Verwertung der Ergebnisse.....	84
4.6	Rollen im Modell.....	85
5.	Anwendung des Modells	86
5.1	Testlauf	86
5.2	Erkenntnisse der Anwendung	97
6.	Resümee & Ausblick	101
6.1	Diskussion der Ergebnisse	101
6.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	103
	Literaturverzeichnis	104
	Abbildungsverzeichnis.....	109
	Tabellenverzeichnis	112
	Abkürzungsverzeichnis.....	113

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Das gegenständliche Unternehmen ist in der Energieversorgung im urbanen Umfeld tätig. Aufgrund der Klimakrise und der einhergehenden Notwendigkeit zur Dekarbonisierung muss das Anlagenportfolio neu ausgerichtet werden, ohne dabei die Versorgungssicherheit zu gefährden. Dazu werden Technologien benötigt, welche noch nicht ausgereift oder im Unternehmen noch nicht bekannt sind.

Zu diesem Zweck soll unternehmensintern ein Technologiemonitoring-Modell entwickelt werden, welches speziell an die Anforderungen eines urbanen Energieversorgers angepasst ist.

In der Literatur findet man verschiedene Technologiemonitoring-Modelle zum systematischen Identifizieren, Kategorisieren und Bewerten von Technologien. Laut Schuh et al. befasst sich das Technologiemonitoring mit bestimmten technologischen Entwicklungen und Bereichen und unterzieht diese einer kontinuierlichen und detaillierten Betrachtung.¹ Bei Porter et al. wird versucht über die drei Phasen Exploration, Analyse und Fokussierung möglichst viel Information aus diversen Quellen zu sammeln, um daraus relevante Entwicklungsziele für das Unternehmen zu formulieren.² Brenner et al. verfolgt einen ähnlichen linearen Ansatz mit der Ergänzung, dass das gesammelte und strukturierte Wissen an sich erst einen Nutzen bringt, wenn daraus eine faktenorientierte Entscheidungsfindung resultiert.³ Das 4-Phasen-Modell nach Spath et al. ist ein generisches Vorgehensmodell und besteht aus einem sich wiederholenden Kreislauf aus Identifikation relevanter Technologiefelder, Informationssammlung, Bewertung sowie Kommunikation der Ergebnisse. Durch den geschlossenen Kreislauf wird verdeutlicht, dass die Ergebnisse aus dem Prozess als Input für die Identifikation relevanter Suchfelder dienen.⁴

Diese Modelle und weitere Methodiken und Teilaktivitäten des Technologiemanagements wie Technology Forecasting, Technology Scouting oder

¹ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011

² vgl. Porter, Roper, Mason, Rossini, & Banks, 1991

³ vgl. Brenner, 1996

⁴ vgl. Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010

Technology Assessment bilden die theoretische Grundlage zur Entwicklung eines angepassten Technologiemonitoring-Modells.

Die Problemstellung ist, dass diese Technologiemonitoring-Modelle zu generisch sind, um ohne individuelle Anpassung in das gegenständliche Unternehmen integriert werden zu können. Zur erfolgreichen Umsetzung im Unternehmen müssen bestehende Modelle weiterentwickelt und individuell angepasst werden, damit sie den Anforderungen eines urbanen Energieversorgers gerecht werden. Diese Anforderungen beinhalten unter anderem die Fokussierung auf einsatztaugliche Technologien, welche direkt und unmittelbar bei der Dekarbonisierung des Anlagenportfolios helfen können. Zur Schaffung eines Überblicks für die strategische Ausrichtung bedarf es einer passenden Kategorisierung von technologischen Suchfeldern und Technologien. Gleichzeitig muss das Modell eine multidimensionale und möglichst objektive Bewertungsmethodik beinhalten um deren Eignung zur Erfüllung verschiedener Zielgrößen (wirtschaftlich, politisch, personell, räumlich, anlagenspezifisch, etc.) abschätzen zu können. Zu diesem Zweck soll das zu entwickelnde Modell im Bereich der Technologiebewertung, mit Fokus auf Energietechnologien, vertieft werden.

1.2 Zielsetzung

Das konkrete Ziel der Arbeit ist die Weiterentwicklung bestehender Technologiemonitoring-Modelle inklusive Anpassung an die Anforderungen eines urbanen Energieversorgungsunternehmens, sowie die Evaluierung der Methoden des Modells am Beispiel ausgewählter Technologiefelder. Ein besonderer Fokus soll dabei auf die speziellen Aspekte der multidimensionalen Bewertung von Energietechnologien gelegt werden. Aus der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit lassen sich folgende Forschungsfragen ableiten:

Forschungsfrage 1: Anforderungsanalyse – Welche Anforderungen stellt ein urbanes Energieversorgungsunternehmen an ein Modell zur systematischen Identifikation, Kategorisierung und Bewertung von Technologien der Dekarbonisierung, die über die eines generischen Technologiemonitoring-Ansatzes hinausgehen?

Forschungsfrage 2: Modellentwicklung – Auf welche Weise können vorhandene Technologiemonitoring-Modelle an die speziellen Rahmenbedingungen eines urbanen

Energieversorgers angepasst werden, um sowohl die Erreichung ökologischer als auch ökonomischer Zieldimensionen zu unterstützen?

Forschungsfrage 3: Evaluierung – Welche Erkenntnisse ergeben sich aus der Implementierung und Erprobung des Modells im gegenständlichen Unternehmen im Hinblick auf die Organisation, Aktivitäten und Methoden des Modells?

1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Zum Aufbau einer fundierten Wissensbasis wird zu Beginn eine ausführliche Literaturrecherche in den Themenbereichen Technologie, Technologiemonitoring, Technologiebewertung, etc. durchgeführt. Um möglichst diverse Quellen zu nutzen, werden Online-Publikationsdatenbanken wie ScienceDirect, GoogleScholar, ResearchGate sowie die Publikationsdatenbank der Technischen Universität Wien genutzt. Das Ziel der Literaturrecherche ist die Identifikation relevanter Quellen, die Beschreibung und Abgrenzung der Begriffe des Technologiemonitorings sowie die Erläuterung der theoretischen Grundlagen.

Darauf aufbauend wird in Form einer systematischen Literaturrecherche ein Überblick über relevante aktuelle Veröffentlichungen geschaffen. Daraus werden potenzielle Wissenslücken abgeleitet.

Der anschließende praktische Teil der Arbeit beschäftigt sich mit dem gegenständlichen Unternehmen und dem entwickelten Modell. Die organisatorischen Rahmenbedingungen des Unternehmens werden analysiert und in Verbindung mit den Bedarfen und Ansprüchen, welche das Unternehmen an den Prozess stellt, wird eine Anforderungsanalyse abgeleitet. Diese bildet die Grundlage für die Evaluierung der Eignung des entwickelten Modells. Anschließend wird das entwickelte Technologiemonitoring-Modell in den Teilbereichen Organisation, Methoden, und Aktivitäten erläutert und beschrieben. Abschließend wird die Eignung des entwickelten Prozesses an konkreten Beispielen aus dem Unternehmensumfeld evaluiert.

Die übergreifende wissenschaftliche Methodik der Arbeit ist die DSRM – Design Science Research Methodik nach Hevner, welche sich mit der Erforschung von Informationssystemen auseinandersetzt.⁵ In der gegenständlichen Arbeit wird das Technologiemonitoring-Modell als Informationssystem verstanden. Laut Hevner

⁵ vgl. Hevner, March, Park, & Ram, 2004

kommt in der Informationssystemforschung der Aufbau von Wissen durch zwei wissenschaftliche Strömungen zustande. Zum einen braucht es eine Wissensbasis zu den Grundlagen und auf der anderen Seite muss das Umfeld der Systeme miteinbezogen werden. Durch die Kombination von anwendbarem Wissen aus der Theorie (Literaturrecherche) sowie reeller Bedarfe aus konkreten Beispielen (Anforderungsanalyse) lassen sich mittels DSRM Theorien entwickeln und durch Fallstudien bewerten. Das Technologiemonitoring-Modell wird entwickelt und dessen Anwendung auf reelle Problemstellung ermöglicht es die Erkenntnisse über die Eignung des Modells zu bewerten.

In Abbildung 1 ist das Bezugssystem zur Informationssystemforschung laut Hevner et al. dargestellt.

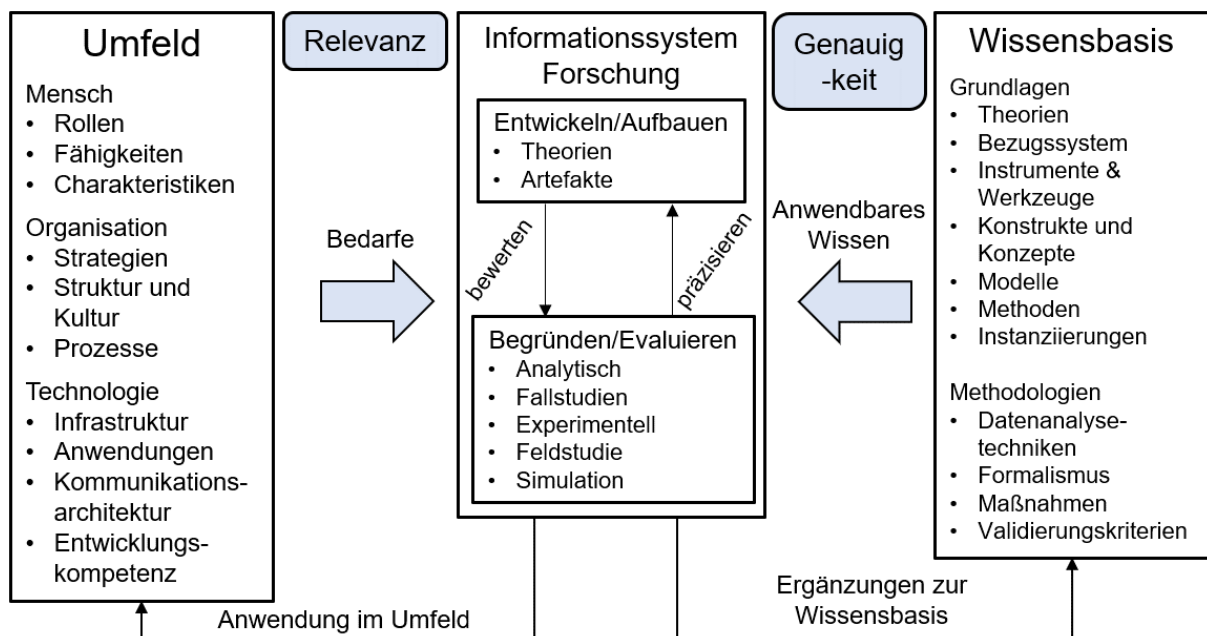


Abbildung 1 - Bezugssystem zur Informationssystemforschung (Eigene Abbildung nach Hevner, March, Park, & Ram, 2004, S. 80)

2. Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen, auf denen diese Arbeit aufbaut, näher erläutert. Dazu werden die wesentlichen Begriffe, welche in der einschlägigen Fachliteratur in Verwendung sind, abgegrenzt und beschrieben. Da aus der Arbeit ein Technologiemonitoring-Prozess entstehen soll, werden die hierbei relevanten Themen von Technologie generell über das Management von Technologien bis hin zu konkreten Umsetzungsmodellen aufgezeigt.

2.1 Technologie – Begriff und Einteilung

Laut Meißner et al. ist Technologie als kombiniertes Wissen zu verstehen, das auf einen bestimmten Anwendungszweck hinzielt. Darin enthalten sind die Komponenten Problemerkennntnis, Informationssammlung, Entwicklung technischer Lösungen sowie deren Anwendung.⁶

Schmitz findet in der Literatur Beschreibungen der Technologie als:

- „Wissenschaft von der Technik“
- Das Ziel-Mittel-Wissen über eine konkrete technische Problemlösung, welches als Technik in Produkten realisiert wird

Laut Gomeringer haben die verschiedenen Definitionen das Verständnis von Technologie als Wissen über naturwissenschaftliche Zusammenhänge gemein.⁷ Wirtschaftlich betrachtet stellen Technologien, in der Form von Wissen über technische Problemlösungen, ein zentrales Element zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen dar.⁸

Um die Unterschiede zwischen Technologien aufzuzeigen, können diese anhand verschiedener Kriterien kategorisiert und voneinander abgegrenzt werden. Die Einteilung ermöglicht die systematische Untersuchung von Technologien und in weiterer Folge die Ableitung von Handlungsoptionen im Unternehmen. Zusätzlich entsteht dadurch die Möglichkeit Technologien in Abhängigkeit von bestimmten Kriterien zu vergleichen und einzuordnen.⁹

⁶ vgl. Meißner, 2001, S. 10

⁷ vgl. Gomeringer, 2007, S. 25

⁸ vgl. Schmitz M. , 2017, S. 47

⁹ vgl. Schmitz M. , 2017, S. 45-47

Wie in Tabelle 1 ersichtlich existieren verschiedene Klassifikationsschemata. Beispielsweise unterscheiden sich Produkt- und Prozesstechnologien nach dem Gebiet in denen diese zum Einsatz kommen. Während Produkttechnologien eine gewisse Funktionalität darstellen, helfen Prozesstechnologien dabei eine konkrete Aufgabenstellung innerhalb der Produktion umzusetzen.¹⁰

Tabelle 1 - Klassifikation von Technologien (Eigene Abbildung in Anlehnung an Schmitz M. , 2017, S. 54)

Technologieklassifikation			
Klassifikationskriterium	Ausprägung		
Einsatzgebiet	Produkttechnologien	Prozesstechnologien	
Potenzielle Anwendungsbreite	Querschnittstechnologien	Spezifische Technologien	
Wettbewerbspotenzial	Schrittmachertechnologien	Schlüsseltechnologien	Basis-technologien
Entwicklungsstand	Neue Technologien	Alte Technologien	

Eine weitere Möglichkeit stellt die Unterteilung in Abhängigkeit der potenziellen Anwendungsbreite dar. Spezifische Technologien sind gekennzeichnet durch eine geringe Anwendungsbreite und zielen auf die Lösung einer konkreten Aufgabenstellung ab. Im Gegensatz dazu findet man Querschnittstechnologien in verschiedenen Bereichen und Ausprägungen wieder.¹¹

Betrachtet man den zeitlichen Verlauf einer Technologie als Lebenszyklus, ähnlich einem Produktlebenszyklus, so lassen sich einzelne Etappen im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit ableiten.¹²

Neu entwickelte Technologien, welche aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit erstmals in einem spezifischen Gebiet zum Einsatz kommen, werden als Schrittmachertechnologien bezeichnet. Diese sind gekennzeichnet durch Unsicherheiten im Hinblick auf ihr Potential zum Aufbau von Wettbewerbsvorteilen. Erhöht sich der Reifegrad der Technologie so weit, dass sie zunehmend Anwendung am Markt finden, so handelt es sich um Schlüsseltechnologien. Diese weisen relevante Vorteile gegenüber anderen Technologien auf, sind jedoch oftmals noch nicht am

¹⁰ vgl. Schmitz M. , 2017, S. 48

¹¹ vgl. Schmitz M. , 2017, S. 49

¹² vgl. Schmitz M. , 2017, S. 50

Markt etabliert, sondern beschränken sich auf kleine Anwendungskreise. Sobald eine Technologie ausgereift ist und nur mehr wenig Entwicklungspotenzial aufweist, spricht man von einer Basistechnologie. Diese werden von allen Wettbewerbsteilnehmern beherrscht, was dazu führt, dass sie nicht länger ein Potential zur Differenzierung gegenüber Mitbewerbern aufweisen.^{13,14}

Eine weitere Ausprägung stellt der Unterschied zwischen neuen und alten Technologien dar. Wenn nach deren Entwicklungsstand unterschieden wird, darf die Ausprägung jedoch nicht als qualitatives Merkmal verstanden werden. Alte Technologien sind länger bekannt und besser erforscht, müssen aber keinesfalls schlechter in der Erfüllung ihres Zweckes sein als neue Technologien.¹⁵

Um den zeitlichen Entwicklungsverlauf einer Technologie abzugrenzen kann ein Technologielebenszyklus-Modell herangezogen werden, beispielsweise in Form des, von der Unternehmensberatung McKinsey für diesen Zweck entwickelten S-Kurven-Konzepts, siehe Abbildung 2.

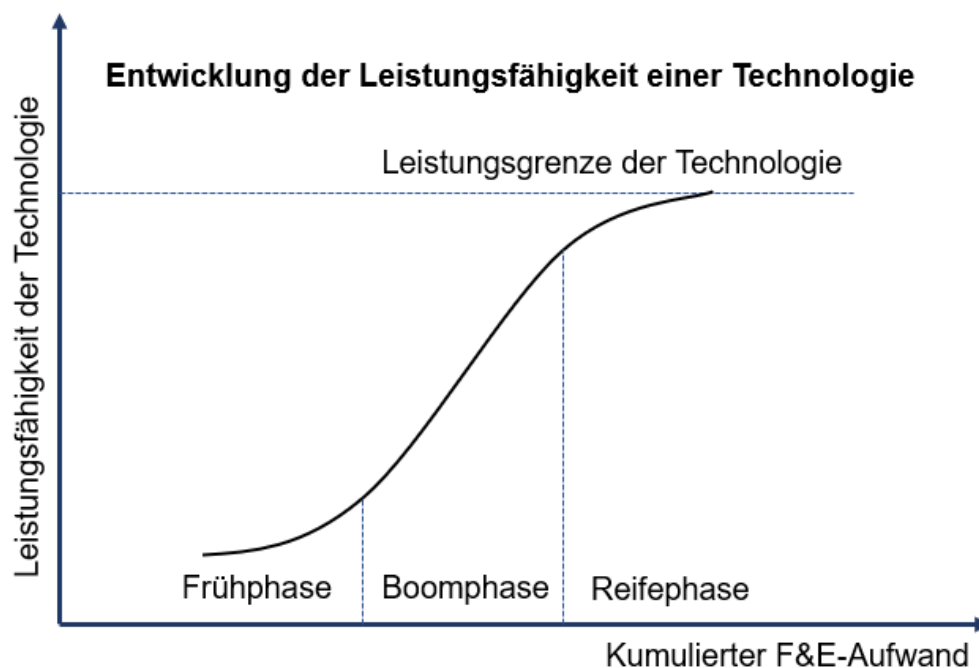


Abbildung 2 - S-Kurven-Konzept des Technologielebenszyklus (Eigene Abbildung nach Tiefel, 2007, S. 41)

In diesem wird die Leistungsfähigkeit einer Technologie in Abhängigkeit vom kumulierten Forschungs- und Entwicklungsaufwand skizziert. Dadurch wird sichergestellt, dass die Leistungsfähigkeit einer Technologie nicht nach rein zeitlichen

¹³ vgl. Schmitz M. , 2017, S. 50-51

¹⁴ vgl. Ackermann, Brenner, Lorenz, & Stephan, 2011, S. 2

¹⁵ vgl. Schmitz M. , 2017, S. 49

Kriterien, sondern nach aufgewendeter Entwicklungsarbeit bewertet wird. Am Beginn eines Technologielebenszyklus, also in der Frühphase, resultieren erste Forschungs- und Entwicklungsaufwände in geringem, aber steigendem Wachstum der Leistungsfähigkeit. In der anschließenden Boomphase zeichnet sich ein rasantes Wachstum ab, das auf die Erkenntnisse aus FuE-Aktivitäten und die daraus erzielten Fortschritte zurückzuführen ist. Ab einem gewissen Punkt der Boomphase ist der Kipppunkt erreicht und zusätzlicher Entwicklungsaufwand führt nur noch zu kleinen Verbesserungen. In der anschließenden Reifephase flacht die Kurve bis zum Erreichen einer bestimmten Leistungsgrenze ab. Das Abflachen der Kurve und somit das Erreichen der Leistungsgrenze von Technologien deutet auf das Auftreten von leistungsfähigeren Technologien hin, siehe Abbildung 3. Diese Substitutionstechnologien sind zu Beginn noch unterlegen im Vergleich zu den bestehenden und erprobten Technologien, was sich im Laufe der (Entwicklungs-)zeit ändert.¹⁶

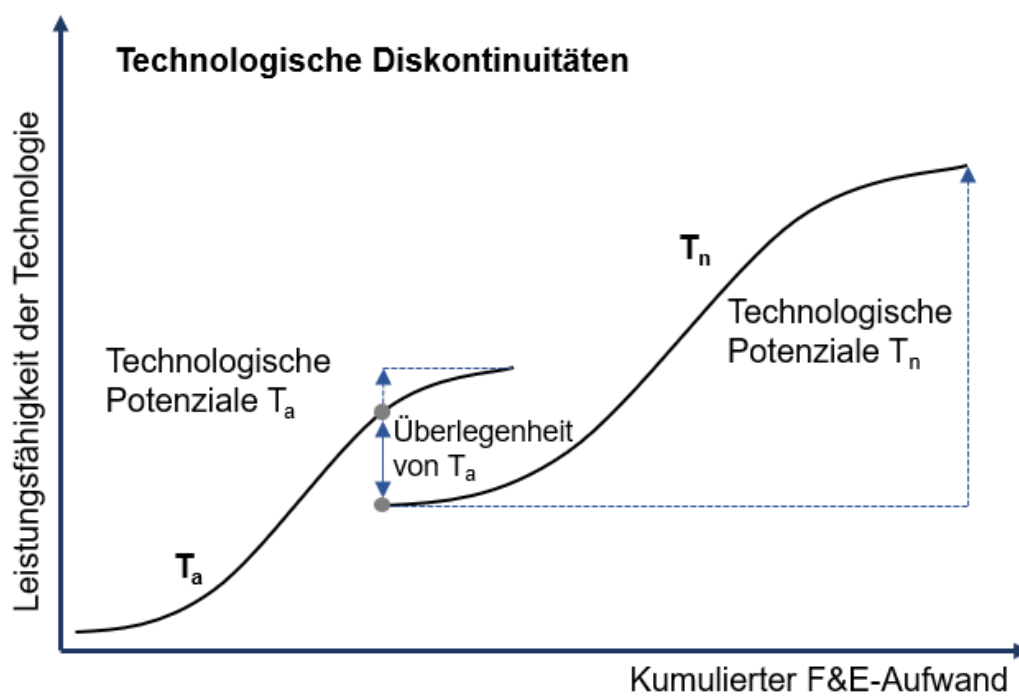


Abbildung 3 – S-Kurven Konzept des Technologielebenszyklus mit Übergang von altern Technologie (T_a) zu neuer Technologie (T_n) (Eigene Abbildung nach Tiefel, 2007, S. 41)

Ein weiterer wesentlicher Aspekt, um den Entwicklungsverlauf von Technologien zu quantifizieren ist der Technologiereifegrad bzw. in weiterer Folge als TRL - Technology Readiness Level – bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine Skala zur Eingrenzung

¹⁶ vgl. Tiefel, 2007, S. 40-42

des Entwicklungsstandes neuer Technologien in Stufen von 1 bis 9 auf Basis einer systematischen Analyse, siehe Tabelle 2.¹⁷

Tabelle 2 - TRL 1-9 inklusive Beschreibung (Eigene Abbildung nach Mankins, 1995)

TRL 1	Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips
TRL 2	Beschreibung der Anwendung einer Technologie
TRL 3	Nachweis der Funktionstüchtigkeit einer Technologie
TRL 4	Versuchsaufbau im Labor
TRL 5	Versuchsaufbau in Einsatzumgebung
TRL 6	Prototyp in Einsatzumgebung
TRL 7	Prototyp im Einsatz
TRL 8	Qualifiziertes System mit Nachweis der Funktionstüchtigkeit im Einsatzbereich
TRL 9	Qualifiziertes System mit Nachweis des erfolgreichen Einsatzes

¹⁷ vgl. Mankins, 1995, S. 1

2.2 Technologiemanagement: Begriffe

Die Fähigkeit Technologien auf wirtschaftliche Weise einzusetzen, stellt in vielen Fällen einen entscheidenden Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen dar. Vor allem in technologieintensiven Branchen, wie zum Beispiel dem Sektor der Energieversorgung, entstehen durch die Integration neuartiger Entwicklungen sowohl Chancen als auch Risiken.¹⁸ Getrieben durch den immer schnelleren technologischen Wandel und kürzer werdende Technologielebenszyklen ergibt sich die Notwendigkeit der Schaffung einer fundierten Entscheidungsgrundlage, um das zukünftige Technologie-Portfolio ableiten zu können.¹⁹

Daraus ergibt sich als die zentrale Aufgabe des Technologiemanagements die Bereitstellung der für aktuelle und künftige Wertschöpfung benötigten Technologien zum richtigen Zeitpunkt und zu angemessenen Kosten. Aufgrund der strategischen Relevanz der eingesetzten Technologien stellt das Technologiemanagement einen inhaltlichen Teilbereich der Unternehmensführung dar. Durch die Verteilung von technologieorientierten Aktivitäten auf verschiedene Unternehmensbereiche muss das Technologiemanagement als eine Schnittstellenfunktion zwischen Unternehmensführung und operativen Stellen verstanden werden.²⁰

In der Literatur finden sich verschieden Sichtweisen zur Umsetzung des Technologiemanagements, wobei ihnen allen gemein ist, dass der Einsatz von Technologien ein geplantes Auseinandersetzen mit deren Rahmenbedingungen, Möglichkeiten und Grenzen erfordert. Aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren ergibt sich der Unternehmensprozess als interdisziplinäre Aufgabe, welche natur- und ingenieurwissenschaftliche, betriebs- und volkswirtschaftliche, juristische und soziologische Einflüsse beinhaltet.²¹

In Abbildung 4 ist der innerbetriebliche Ordnungsrahmen des Technologiemanagements nach Schuh dargestellt. Dabei wird die Querschnittsfunktion aus der Kombination von Unternehmensstruktur, Unternehmensentwicklung sowie der einzelnen Unternehmensprozesse dargestellt. Die einzelnen Grundschritte des Technologiemanagements beinhalten die Schritte

¹⁸ vgl. Brügel, Reger, & Ackel-Zakour, 2005

¹⁹ vgl. Stelzer & Brecht, 2014, S. 1

²⁰ vgl. Klappert, Schuh, & Aghassi, 2011, S. 6-7

²¹ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, Ordnungsrahmen Technologiemanagement, 2011, S. 14-15

Früherkennung, Planung, Entwicklung, Verwertung, Schutz sowie Bewertung. Weiters ist die Abhängigkeit des Technologiemanagements von der Unternehmensentwicklung und -struktur abgebildet.

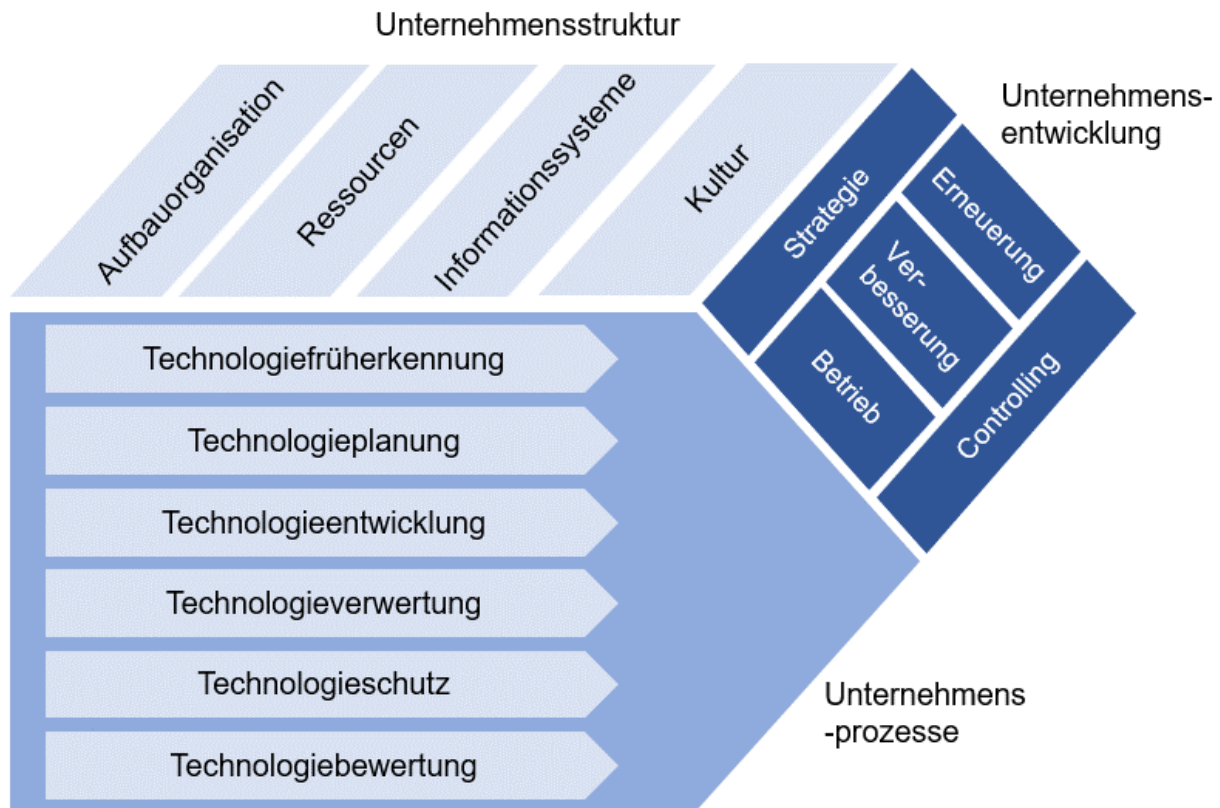


Abbildung 4 - Innerbetrieblicher Ordnungsrahmen Technologiemanagement (Eigene Abbildung nach Schuh, Klappert, & Moll, Ordnungsrahmen Technologiemanagement, 2011, S. 17)

Auf ähnliche Weise umfasst der Prozess des Technologiemanagements nach Bullinger die „... integrierte Planung, Nutzung, Bewertung, Optimierung und Gestaltung von aktuellen und zukünftigen technischen Produkten und Prozessen ...“,²². Wie in Abbildung 5 ersichtlich sind die wesentlichen Aufgabenbereiche, die sich daraus entwickelt haben: Technologiefrühaufklärung, Technologiebewertung, Technologieentwicklung, Technologieverwertung sowie die Technologiestrategie als übergeordnete Maßnahme.²³

²² vgl. Bullinger, 1994, S. 39

²³ vgl. Schmitz M., 2017, S. 66

Technologiestrategie • Produkt- bzw. Prozessintensivierung zur Nutzung und Optimierung bestehender Technologien in neuen Anwendungsfeldern • Produkttechnologie-Innovationen mittels neuer Technologien zur Sicherung bzw. Steigerung der Wettbewerbsposition • Prozesstechnologie-Innovationen zur Steigerung und Ausschöpfung der Produktionstechnik- und Rationalisierungspotentiale im Vergleich zu konkurrierenden Produktionssystemen • Technologieinnovationen zur Entwicklung neuer Produkte unter Einsatz neuer Prozesstechnologien				
Technologie-frühaufklärung • Frühzeitige Identifikation neuer / emergenter Technologien • Beobachtung von technologischen Entwicklungen • Ableitung von Implikationen für das Unternehmen (Chancen und Risiken)	Technologie-bewertung • Bewertung von Technologien im Kontext des Unternehmens und Geschäftsmodells (strategisch und operativ)	Technologie-planung • Planung hinsichtlich der Entwicklung, Beschaffung und Nutzung (Einsatz) von Technologien für eigene Produkte und Dienstleistungen	Technologie-entwicklung • Entwicklung von technologischen Lösungen zur Erfüllung von Marktanforderungen, Qualitätsverbesserungen, Kostenreduktion und Effizienzsteigerung • Beschaffung von existierenden Technologien und Adaption an die Unternehmensbedürfnisse	Technologie-entwicklung • Entwicklung von technologischen Lösungen zur Erfüllung von Marktanforderungen, Qualitätsverbesserungen, Kostenreduktion und Effizienzsteigerung • Beschaffung von existierenden Technologien und Adaption an die Unternehmensbedürfnisse

Abbildung 5 - Überblick über die Aufgabengebiete des Technologiemanagements (Eigene Abbildung nach Schmitz M., 2017, S. 66)

Diese ähnlichen Interpretationen verdeutlichen, dass das Technologiemanagement wissenschaftliche und wissensverwertende Aufgaben beinhaltet. Sowohl die Identifikation und Analyse geeigneter Technologien als auch deren Planung, (Weiter-)Entwicklung und Einsatz sind Teile davon.

2.3 Technologiemonitoring: Einordnung und Begriffsabgrenzung

In der vorliegenden Arbeit wird das Technologiemonitoring als ein wesentliches Element des Technologiemanagements verstanden. Laut Spath beinhaltet es „[...] die Identifikation, Bewertung und Beobachtung von Technologien in festgelegten und nicht festgelegten Technologiefeldern.“²⁴ Nach Schuh befasst sich das Technologiemonitoring „[...] mit ganz bestimmten technologischen Entwicklungen und Bereichen und unterzieht diese einer kontinuierlichen und detaillierten Betrachtung[...]“.²⁵ Daraus wird bereits ersichtlich, dass das Technologiemonitoring sowohl eine wissenschaftliche als auch eine wissenschaftsbewertende Funktion hat.

Die grundsätzliche Idee eines Technologiemonitoring wird in der einschlägigen Literatur durch weitere Bezeichnung titulierte. Mit kleineren Abweichungen wird es in der vorliegenden Arbeit mit *Technology Intelligence*²⁶, *Technology Forecasting*, *Technology Scouting*²⁷ und *Technologie-Analyse*²⁸ gleichgesetzt bzw. als *Basisaktivität der Technologiefrühaufklärung*²⁹ verstanden. Diese verschiedenen Bezeichnungen teilen alle den Grundgedanken, dass ein systematischer Ansatz zur kontinuierlichen Identifizierung und Bewertung von Technologien das Ziel ist. Die Unterschiede in den Vorgehensweisen liegen oftmals im Umfang der betrachteten Bereiche sowie der Detailtiefe.

Eine genauere Unterscheidung zwischen ähnlichen Methodiken beschreibt Schuh et al. In Abbildung 6 ist der Unterschied zwischen Technologiscanning, Technologiemonitoring sowie Technologiscouting dargestellt. Die drei Aktivitäten unterscheiden sich dabei in ihrer generellen Charakterisierung, ihren jeweiligen Zielen, Suchfeldgrößen und dem betrachteten Zeithorizont.³⁰

²⁴ Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010, S. 9

²⁵ Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 97

²⁶ vgl. Savioz, 2003, S. 48

²⁷ vgl. Savioz, 2003, S. 46

²⁸ vgl. Reger, 2006, S. 304

²⁹ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 89 ff.

³⁰ vgl. Schuh, Koenig, Schoen, & Wellensiek, 2014

	Scanning	Monitoring	Scouting
Charakterisierung	• Statische, unfokussierte Suche • Outside-in Perspektive	• Systematisches Verfolgen über langen Zeitraum • Inside-Out Perspektive	• Intensive Detailsuche • Spezialfall des Monitorings
Ziel	• Identifikation von Signalen • Erstinformationen sammeln	• Systematisches Verfolgen identifizierter Signale • Erkennen von Trends	• Erweiterung und Festigung des gesammelten Wissens
Suchfeldgröße	• Unlimitiert	• Definierte Suchfelder • Limitiert aber groß	• Sehr limitiert
Zeithorizont	• Unlimitiert	• Unlimitiert	• Auftragsbezogen

Abbildung 6 - Vergleich der Aktivitäten Technologiescanning, -monitoring & -scouting (Eigene Abbildung in Anlehnung an Schuh, Koenig, Schoen, & Wellensiek, 2014, S. 3321)

Kennzeichnend für das Technologiemonitoring ist, dass Technologien über einen längeren Zeitraum systematisch beobachtet werden, wodurch es kein definiertes Ende des Prozesses gibt. Diese umfangreiche und zeitlich nicht abgegrenzte Beobachtung bringt den Vorteil, dass nicht nur der aktuelle Stand der Technik ermittelt wird, sondern Entwicklungstrends aufgezeigt werden. Es geht also beim Einordnen und Bewerten von Technologien nicht nur darum, wo diese momentan stehen, sondern wohin sich diese in Zukunft entwickeln können.³¹ Zentraler Bestandteil des Technologiemonitorings ist die kontinuierliche und detaillierte Betrachtung von technologischen Entwicklungen. Es werden also im Vorfeld Bereiche abgesteckt, welche aus unternehmerischer Sicht wichtig sind. Diese sogenannten Suchfelder werden systematisch betrachtet und analysiert, um frühzeitig von möglichen Weiterentwicklungschancen oder Substitutionsgefahren zu erfahren.³² Man erkennt, dass die richtige und zeitgerechte Auswahl von identifizierten technologischen Signalen sowie deren systematische Bearbeitung die zentrale Aufgabe ist.

2.4 Kulturelle und organisatorische Integration in Unternehmen

In diesem Kontext wird die Implementierung eines Technologiemonitoring-Prozesses im Zusammenhang mit den unternehmerischen Rahmenbedingungen wie Integration in die Unternehmensstruktur oder Aufteilung der zuständigen Einheiten teilweise mit

³¹ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 97

³² vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 97

der Implementierung von Technologiemanagement- bzw. Technologieintelligenz-Prozessen gleichgesetzt. Wie bereits dargelegt sind in dieser Hinsicht viele der Grundelemente des Technologiemanagements ähnlich zu betrachten. Insbesondere wenn es um die praktische Integration in Unternehmen geht, muss in erster Linie die Schnittstellenfunktion zwischen den einzelnen Unternehmensbereichen bedacht werden.

In einer groß angelegten Studie fanden Lichtenthaler et al., dass Unternehmen im Wesentlichen drei verschiedene Ansätze zur Umsetzung von Technologie-Intelligenz Prozessen einsetzen:³³

- **Strukturierte Koordination**

Es werden Aufgaben durch eine hierarchische Ordnung von Positionen und Abteilungen delegiert. Diese Tätigkeiten unterstützen im Wesentlichen die Entscheidungsfindung des Managements im Hinblick auf den Einsatz neuer Technologien, außerdem haben sie eine koordinierende Rolle für andere Technologiemonitoringstrukturen und -projekte.

- **Hybride Koordination**

Die hybride Form der Koordination ist dadurch charakterisiert, dass Technologiemonitoring-Projekte oft in verschiedenen Gruppen innerhalb eines Unternehmens gestartet werden und nicht immer vom Management initiiert sind.

- **Informelle Koordination**

Bei der informellen Koordination wird versucht durch eine weitreichende und offene Kommunikation der Technologiemonitoring-Strategie möglichst viele verschiedene Kanäle zur Informationsbeschaffung zu aktivieren.

Diese Ansätze laufen in den meisten Unternehmen parallel ab und ergeben in ihrer Gesamtheit den Technologiemonitoring-Prozess. Durch diese verschiedenen Möglichkeiten der Partizipation wird eine hohe Anzahl an Mitarbeitern zur Teilnahme motiviert.³⁴

³³ vgl. Lichtenthaler, 2004, S. 200 ff.

³⁴ vgl. Lichtenthaler, 2004, S. 206

Die Studie von Lichtenthaler hat außerdem gezeigt, dass die Art und Weise der Integration der verschiedenen Koordinationsmechanismen von der Unternehmenskultur und von der Art der Entscheidungsfindung abhängt. In Abbildung 7 ist die Art der Integration der beiden Ansätze dargestellt.³⁵

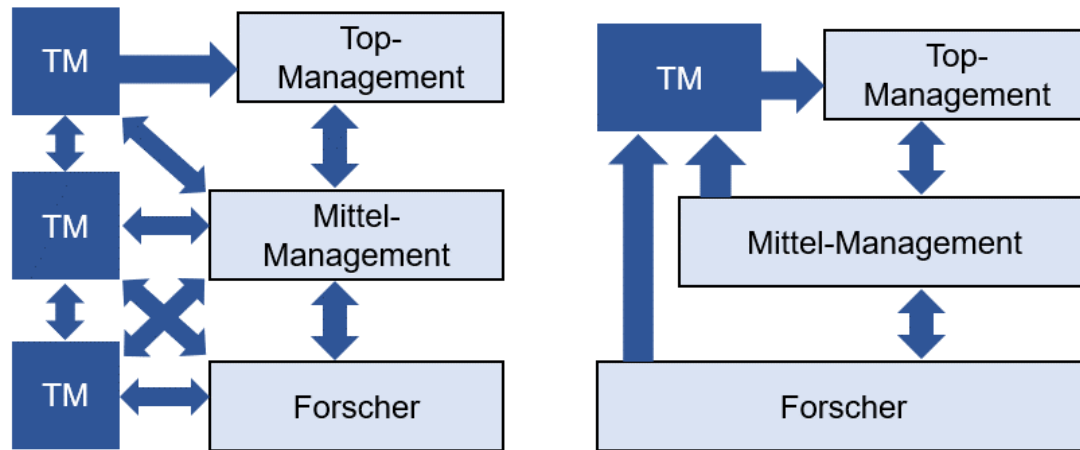


Abbildung 7 - Darstellung Single-Node Ansatz (links) und Multi-Node Ansatz (rechts) (Eigene Abbildung nach Lichtenthaler, 2004, S. 208 f.)

Dabei kann unterschieden werden in einen **Single-Node-Ansatz**, bei dem sich ein zentrales Technologiemonitoring-Team auf die koordinierenden und delegierenden Aufgaben fokussiert. Diese Stabstelle stellt eine zentrale Kommunikationsschnittstelle zum Top-Management bzw. zur Geschäftsführung dar, wodurch auch die Teilaufgaben des Prozesses delegiert werden können. Durch strenge Kontrolle und Aufgabenverteilung erhält man so einen schlanken und effizienten Prozess, jedoch lassen sich auf diese Weise die Mitarbeiter weniger gut motivieren und das Ausmaß der möglichen internen Informationsbeschaffung nimmt ab.³⁶

Im Gegensatz dazu existieren beim **Multi-Node-Ansatz** mehrere dezentralisierte Einheiten, welche eine partizipative Entscheidungsfindung begünstigen sollen. Durch diese weniger strenge Koordination wird die Informationsbeschaffung und die Teilnahme der einzelnen Mitarbeiter vereinfacht, jedoch entsteht dadurch die Gefahr, dass einzelne Tätigkeiten im Technologiemonitoring-Prozess mehrfach ausgeführt werden.³⁷

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Je formeller und zentralisierter die Entscheidungsfindung vonstattengeht, desto passender ist der Single-Node Ansatz.

³⁵ vgl. Lichtenthaler, 2004, S. 208-209

³⁶ vgl. Lichtenthaler, 2004

³⁷ vgl. Lichtenthaler, 2004

Im Gegensatz begünstigen dezentralisierte Strukturen und eine starke Innovationsorientierung den Einsatz des Multi-Node Ansatzes. Bei den in der Studie untersuchten Unternehmen waren verschiedene Branchen vertreten. Es ließ sich feststellen, dass die Unternehmen, welche in der Telekommunikationsbranche tätig sind, einen flexiblen Multi-Node Ansatz wählten. Diese Technologien sind und waren vor allem zum Zeitpunkt der Studie einem ständigen und schnellen technologischen Wandel ausgesetzt, wodurch die Flexibilität in den TM-Aktivitäten gefordert ist. Im Gegensatz dazu hatten die Unternehmen, welche in der Automobil- oder Maschinenbaubranche tätig sind, einen stringenteren Single-Node Ansatz gewählt. Dadurch zeigt sich, dass die Art der Integration von TM-Aktivitäten sowohl von Technologie- und Marktdynamiken als auch von der vorherrschenden Unternehmenskultur abhängt.³⁸

Savioz betont, dass die meisten Lösungen für die Organisation der Aktivitäten des Technologiemonitoring auf einem formalen Modell mit strukturierter Koordination durch eine zentrale Stelle basieren. Dieses Modell wird ergänzt durch dezentrale Einheiten welche informell und in Form von Projekten agieren.³⁹ Savioz greift Lichtenthalers Erkenntnisse auf und erweitert diese um den Einfluss der zugrundeliegenden Rahmenbedingungen. Dabei werden folgende Einflussfaktoren identifiziert:⁴⁰

- **Unternehmenskultur**

Der Erfolg der Aktivitäten hängt von der Art und Weise der Kommunikation im Unternehmen ab. Außerdem muss der Prozess zur Unternehmenskultur passen, da er sonst als ungewünschte Veränderung wahrgenommen wird.

- **Technologiereifegrad**

Je nachdem wie weit Technologien in ihrer Entwicklung sind, müssen die Methoden, mit denen sie untersucht werden, angepasst werden. Beispielsweise liegt der Fokus bei ausgereiften Technologien auf kommerziellen Aspekten.

- **Unternehmensstruktur**

Je nach Diversifikation des Unternehmens bedarf es Bearbeitung der Aufgaben durch unterschiedliche Teams.

- **Innovationsstrategie**

³⁸ vgl. Lichtenthaler, 2004, S. 207-209

³⁹ vgl. Savioz, 2003, S. 58

⁴⁰ vgl. Savioz, 2003, S. 62

Die Organisation der Aktivitäten hängt davon ab, wie innovativ Unternehmen sind und davon, welche Position sie im Markt einnehmen.

- **Entscheidungsfindungsprozess**

Die Organisation der Aktivitäten hängt davon ab, ob Entscheidungen im Unternehmen von zentraler Stelle oder direkt in den operativen Ebenen getroffen werden können.

- **Wirtschaftssektor**

Die Organisation der Aktivitäten hängt vom Wirtschaftssektor des Unternehmens ab. Es muss unterschieden werden, ob das Unternehmen in einem preisgetriebenen Bereich oder in einem High-Tech Sektor tätig ist.

Je nach Hintergrund und Rahmenbedingungen des Unternehmens muss der Technologiemonitoring-Prozess an dessen Bedürfnisse angepasst werden. Umgekehrt bedarf es zur erfolgreichen Umsetzung des Prozesses die Erfüllung gewisser Aspekte vonseiten der Aufbauorganisation:⁴¹

- **Bereitstellung operativer Kapazitäten**

Aufgrund von Unterschieden zwischen benötigten und zur Verfügung stehenden Ressourcen müssen die Aktivitäten des TM abgegrenzt und priorisiert werden. Dazu wird in der Praxis häufig ein gewisser Anteil der Arbeitszeit für TM-Aktivitäten reserviert.

- **Arbeitsteilung und Vermeidung von Redundanzen**

Um im Prozess mehrfache Bearbeitung zu vermeiden und Synergieeffekte zu fördern ist in der Regel eine Arbeitsteilung notwendig. Eine mögliche Art der Arbeitsteilung ist die inhaltliche Abgrenzung von Technologien oder Suchfeldern.

- **Zusammenführung eines Informationsnetzwerks (intern/extern)**

Schuh hebt die Bedeutung von Beschaffung, Verdichtung und Kommunikation von Informationen hervor. Neben den direkt beteiligten Abteilungen wie Forschung & Entwicklung oder Produktion können bei Bedarf weitere Unternehmensbereiche wie Marketing oder Vertrieb mit eingebunden werden. Außerdem kann die Einbindung von externen Teilnehmern wie Experten, Lieferanten aber auch Wettbewerber einen Vorteil mit sich bringen.

⁴¹ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 19 ff.

- **Zentrale Bereitstellung von Informationen**

Durch die organisatorische Verankerung einer zentralen Informationsbasis wird eine klar definierte Anlaufstelle für alle technologischen Fragestellungen geschaffen. Diese sollte technologisch relevante Informationen proaktiv und nachdrücklich im Unternehmen verbreiten.

- **Anbindung an eine Richtlinienkompetenz**

Schuh spricht hier klar von der Notwendigkeit der Ableitung technologischer Vorgaben bzw. einer Technologiestrategie aus der Unternehmensstrategie, um die Aufgaben des TM zielgerichtet erfüllen zu können.

- **Integration von bzw. Anbindung an eine Entscheidungskompetenz**

Die Informationen und Bewertungen von Technologien müssen für ein erfolgreich umgesetztes TM direkt und mit Nachdruck in den Entscheidungsfindungsprozess fließen.

- **Steuerung/Koordination der Aktivitäten**

Obwohl sich die konkreten Aktivitäten zu Abläufen und Inhalt innerhalb des TM wiederholen sind sie je Technologie und Suchfeld eher individuell und weisen Projektcharakter auf. Eine zentrale Steuerungs- und Koordinationseinheit ist ausschlaggebend, um die Transparenz über die Ergebnisse und den Wissensaustausch zu bewahren.

Zusätzlich zur Art der kulturellen Integration in Unternehmen müssen auch konkrete organisatorische Verankerungsmöglichkeiten für das Technologiemanagement unterschieden werden. Schuh kategorisiert dabei verschiedene Organisationsformen im Hinblick auf die einzelnen Unternehmensfunktionen in der Aufbauorganisation, siehe Abbildung 8. Die Aufbauorganisation beschreibt die hierarchische Struktur von Unternehmen, durch das Ausmaß der Spezialisierung und der Arbeitsteilung. Die Aufgaben des Technologiemanagements können innerhalb eines Unternehmens entweder durch ein Team in einer eigenständigen Organisationseinheit oder implizit innerhalb der bestehenden Einheiten erfüllt werden.⁴²

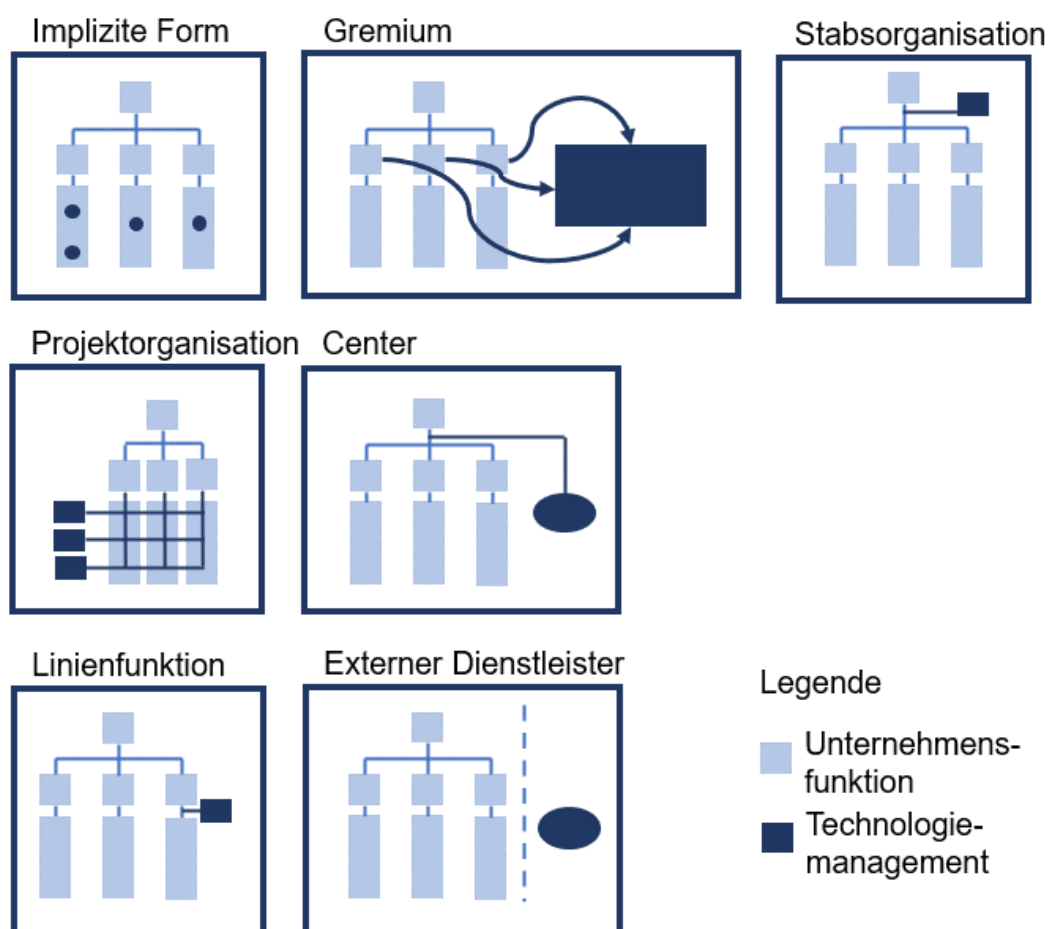


Abbildung 8 – Übersicht über mögliche Organisationformen für das Technologiemanagement (Eigene Abbildung nach Schuh, Klappert, & Moll, Ordnungsrahmen Technologiemanagement, 2011, S. 22)

Die **implizite Integration** ist gekennzeichnet durch das Fehlen einer eigenen Organisationseinheit, welche die verschiedenen Aufgaben koordiniert. Vielmehr werden die Aktivitäten dezentral auf Mitarbeiter unterschiedlicher Bereiche aufgeteilt.⁴³

⁴² vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 18

⁴³ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 21

Es lässt sich schließen, dass durch diese implizite Organisation ein Technologiemonitoring mit wenig Ressourcen gestartet werden kann. Jedoch hängt das Unternehmen dadurch in großem Maße von der Motivation der zuständigen Mitarbeiter ab. Die nicht definierte Weisungsstruktur stellt eine weitere Herausforderung dar.

In einem **Gremium** wird bereichsübergreifend und diskontinuierlich in bestimmten Zeitintervallen getagt. Es eignet sich nicht zum kontinuierlichen Erarbeiten von Lösungen, sondern kann zur Entscheidungsfindung nach entsprechender Vorarbeit eingesetzt werden.⁴⁴ Den offensichtlichen Vorteilen wie differenziertes technisches Wissen und unterschiedliche Blickwinkel steht der Nachteil des Organisationsaufwandes gegenüber. Die Teilnehmer in einem Gremium übernehmen die Aufgaben zusätzlich zu deren normalen Linienaufgaben, wodurch Diskrepanzen in der Zeiteinteilung auftreten können.

Die **Stabsorganisation** hat durch ihre Aufgabe als fachliche Unterstützung von leitenden Funktionen eine Sonderstellung in der Linienorganisation. Sie grenzt sich von Gremien oder Projektorganisation ab, indem sie eine permanente Unternehmensfunktion erfüllt. Der unterstützende Charakter dieser Funktionsstelle ist gekennzeichnet durch den Auftrag Informationen zu sammeln und zu strukturieren, damit die leitenden Stellen im Betrieb daraus Entscheidungen treffen können.⁴⁵ Es lässt sich erkennen, dass die Aufgabengebiete von Stabstellen, denen des Technologiemonitorings sehr ähnlich sind, was den Schluss zulässt, dass diese Art der Organisationsform für die gestellten Aufgaben förderlich sein kann.

In der **Projektorganisation** werden zeitlich abgegrenzte Projekte in Form einer Querschnittsfunktion von verschiedenen Unternehmensbereichen bearbeitet. Es lassen sich durch das Einbinden von unterschiedlichen Abteilungen umfassendes Fachwissen und verschiedene Sichtweisen kombinieren.⁴⁶ Ein Projekt ist per Definition zeitlich begrenzt, wodurch sich die Eignung als Hauptorganisationsform für ein kontinuierliches Technologiemonitoring in Frage stellen lässt. Jedoch bringt die Kombination des anwenderspezifischen Fachwissens den Vorteil einer möglichst

⁴⁴ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 22 f.

⁴⁵ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 23

⁴⁶ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 23

objektiven Bewertung von Technologien unter Berücksichtigung verschiedenster Faktoren mit sich.

Eine weitere Sonderform der möglichen Organisationformen stellt das **Center** dar. Diese verfügen über einen klar abgegrenzten Verantwortungsbereich und erfüllen die ihnen zugeteilten Aufgaben bereichsübergreifend. Oftmals werden Center als Unternehmen in Unternehmen bezeichnet. Eine Besonderheit des Centers ist, dass es an klaren Leistungsvorgaben bemessen wird.⁴⁷ Einerseits stellt die bereichsübergreifende Sonderstellung eine ideale Grundvoraussetzung zur Schaffung eines Technologiemonitoring Prozesses dar. Auf der anderen Seite widersprechen die klaren Leistungsanforderungen eines Centers dem schwer quantifizierbaren Ergebnis.

In der **Linienfunktion** unterliegt eine Organisationseinheit klaren hierarchischen Strukturen und ist für die Bearbeitung eines klar definierten Aufgabenspektrums zuständig. Aufgrund der interdisziplinären Natur des Technologiemonitorings erfüllt die Strukturierung in Form einer Linienorganisation die Grundanforderungen nicht.⁴⁸

Zusätzlich zum internen Aufbau von Organisationsstrukturen besteht die Möglichkeit der Vergabe der Aufgaben an **externe Dienstleister**. Beispielsweise können einzelne Tätigkeitsfelder an spezialisierte Unternehmen oder Forschungseinrichtungen vergeben werden. Während in der Praxis eine Verteilung von Arbeitspaketen an Externe praktiziert wird, ist eine Vergabe des gesamten Technologiemonitorings nicht praktikabel.⁴⁹

Zur Verankerung der Prozesse in die Aufbauorganisation stehen verschiedene Formen zur Auswahl. Jede dieser Typen hat Vor- und Nachteile in der praktischen Umsetzung, wobei sich Favoriten aus den Anforderungen an das Technologiemanagement ableiten lassen. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es für die kulturelle und organisatorische Integration in Unternehmen verschiedene Ansätze zur Koordination und Formalisierung der Aktivitäten sowie zur Etablierung in der Aufbauorganisation gibt. Welche dieser Zugänge für einzelne Unternehmen am besten geeignet sind, hängt von verschiedenen Faktoren ab.

⁴⁷ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 24

⁴⁸ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 24

⁴⁹ vgl. Schuh, Klappert, & Moll, 2011, S. 24

2.5 Aktivitäten und Methoden des Technologiemonitorings

Wie bereits dargelegt laufen viele Prozessschritte innerhalb eines Technologiemonitorings informell und ohne rigide Vorgaben ab. Nichtsdestotrotz werden in der Literatur die Vorteile von systematischen und strukturierten Herangehensweisen dargelegt. Savioz betont, dass Technologiemonitoring systemisch und systematisch verwaltet werden soll, um die Qualität der Entscheidungsfindung zu verbessern. Durch eine methodische Vorgangsweise wird ein transparenter Prozess geschaffen, welcher einerseits Vollständigkeit sichert und andererseits Redundanzen in der Bearbeitung vermeidet. Außerdem wird durch die Verteilung von Verantwortlichkeiten sichergestellt, dass die beteiligten Mitarbeiter ihre Aufgaben verstehen und aktiv wahrnehmen.⁵⁰ Dazu sind in der Literatur verschiedene Ansätze zu Unterteilung und Aufbau der Prozessschritte zu finden.

Porter unterscheidet drei Phasen (siehe Abbildung 9 - Phasen des Technologiemonitoring nach Porter (Eigene Abbildung in Anlehnung an Abbildung 9) welche je nach aktuellem Wissensstand zur Verfügung stehen. In der Explorationsphase ist noch wenig Wissen über die Technologie vorhanden. Hier soll mit einem breit gefächerten Ansatz möglichst viel Information aus diversen Quellen gesammelt werden. Die darauffolgende Analysephase zielt auf eine Eingrenzung des gesammelten Wissens ab. Durch diese Reduktion ergibt sich einerseits die Möglichkeit einen tieferen Wissensstand über Technologien und Technologiefelder zu ermitteln sowie interne und externe Experten ausfindig zu machen. In der abschließenden Fokussierungsphase wird das gesammelte und eingeordnete Wissen genutzt um

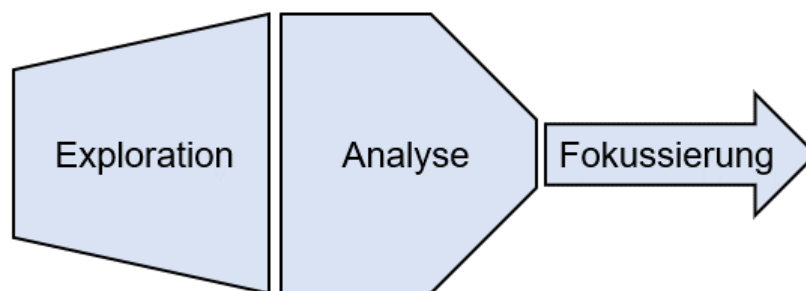


Abbildung 9 - Phasen des Technologiemonitoring nach Porter (Eigene Abbildung in Anlehnung an Porter, Roper, Mason, Rossini, & Banks, 1991, S. 76)

konkrete, für das Unternehmen relevante Entwicklungsziele zu formulieren.⁵¹

⁵⁰ vgl. Savioz, 2003, S. 248

⁵¹ vgl. Porter, Roper, Mason, Rossini, & Banks, 1991, S. 76 ff.

In einer ähnlichen Vorgehensweise trennt Pfeiffer die Identifikationsphase von der Untersuchungs- und Bewertungsphase. Dabei werden zuerst Informationen über alle relevanten Technologien zusammengetragen und diese anschließend in verschiedenen Abstufungen eingeordnet, voneinander abgegrenzt und bewertet.⁵²

In einer Untersuchung der Umsetzung der Aktivitäten in verschiedenen Unternehmen fand Stelzer, dass eine systematische Vorgehensweise üblich ist. Er fand dabei, dass aus unternehmerischer Sicht das Ableiten von unterschiedlichen Zukünften, also das Finden von möglichen Zukunftspfaden als das Hauptziel definiert wird. Um dies zu erreichen werden Suchfelder zum Eingrenzen des Informationsbedarfes bestimmt. Darauf folgen die Informationsbeschaffung, die Informationsverdichtung, sowie die Bewertung und Informationsweitergabe.⁵³

Brenner legt in seinem Modell, welches als generelles Modell zur Umsetzung von Business Intelligence zu verstehen ist, den Fokus der Aktivitäten klar auf die Gewinnung von wirtschaftlichen Vorteilen. Die Aktivitäten, in Abbildung 10 dargestellt, zielen darauf ab, aus einer großen Menge an Daten durch Filterung Informationen zu gewinnen. Diese müssen analysiert und strukturiert werden, um aus dem Wissen Entscheidungen ableiten zu können. Brenner betont, dass Wissen an sich keinen Wert mit sich bringt, sondern dass erst die faktenbasierte Entscheidungsfindung einen Wettbewerbsvorteil mit sich bringt.⁵⁴

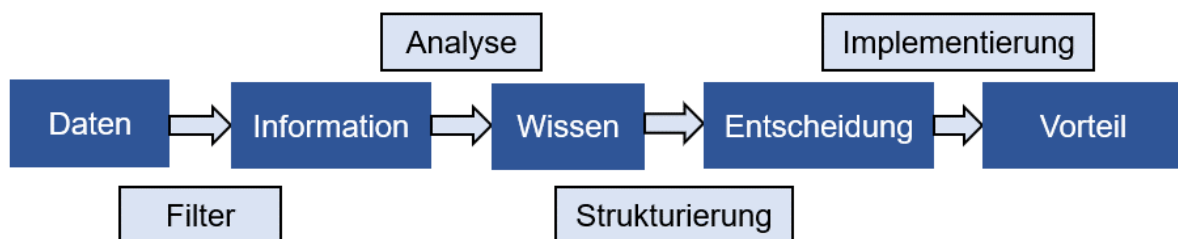


Abbildung 10 – Objekte (oben) und Aktivitäten (unten) des Technologiemonitorings (Eigene Abbildung in Anlehnung an Brenner, 1996, S. 6)

Wellensiek beschreibt das Technologiemonitoring als formalisiertes und andauerndes Verfolgen von Entwicklungen in abgesteckten Themenbereichen. Die Besonderheit

⁵² vgl. Pfeiffer, 1992

⁵³ vgl. Stelzer & Brecht, 2014, S. 35-36

⁵⁴ vgl. Brenner, 1996, S. 6

des Monitorings im Vergleich zu anderen Aktivitäten der Technologiefrühaufklärung liegt in der Inside-Out Perspektive.⁵⁵

Wellensiek definiert die wesentlichen Aktivitäten und notwendigen Merkmale für einen Technologiemonitoring-Prozesses. Nämlich sollen für den erfolgreichen Einsatz folgende Aktivitäten durchgeführt werden:⁵⁶

- Bestimmung des Informationsbedarfs
- Beschaffung der Informationen
- Bewertung der Informationen
- Kommunikation der Informationen

Daraus erarbeitet Spath in Kombination mit praktischem Wissen ein 4-Phasen Modell, welches in Abbildung 11 dargestellt ist.

Dieses Modell wurde am Fraunhofer Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation entwickelt und baut wiederum auf grundlegenden theoretischen Modellen, vor allem der Arbeit von Savioz, sowie auf praktischen Erfahrungen auf. Die Gliederung setzt sich aus vier Hauptphasen zusammen, wobei diese nicht sequenziell ablaufen müssen. Die klare Abgrenzung stellt jedoch eine klare Verteilung von

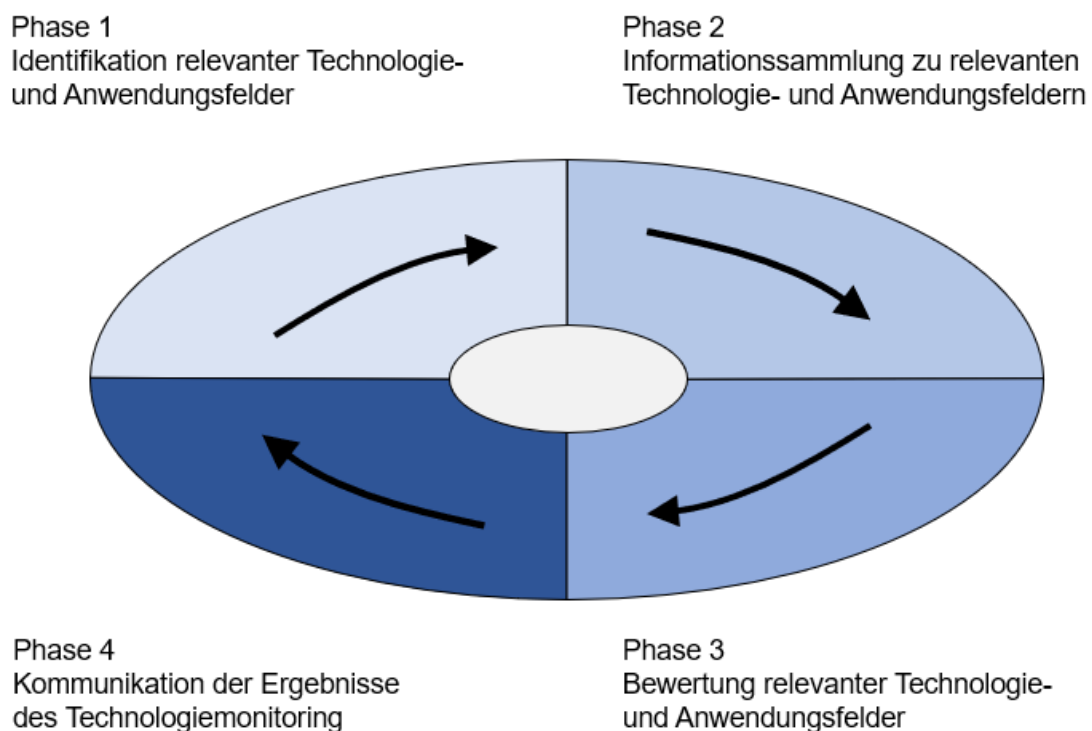


Abbildung 11 - 4-Phasen Modell des Technologiemonitorings (Eigene Abbildung nach Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010, S. 10)

⁵⁵ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 94 ff.

⁵⁶ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 102 ff.

Verantwortlichkeiten sowie den Einsatz von Werkzeugen innerhalb der einzelnen Phasen sicher.⁵⁷

Durch die Betrachtung der verschiedenen Ansätze lässt sich folgendes Muster erkennen. Die Aktivitäten zu Beginn sind gekennzeichnet durch eine lose und flexible Sammlung von Informationen zu Technologien aus verschiedensten Quellen. Daraufhin wird das Wissen systematisch analysiert und kategorisiert. In manchen Konzepten wird zu Beginn die Eingrenzung von zu untersuchenden Suchfeldern vorgenommen. Andere Zugänge beschreiben einen gewissen Informationsbedarf, bevor Technologiebereiche eingegrenzt werden können. Die gesammelten Informationen werden dann genutzt, um konkrete und für das Unternehmen relevante Fragestellungen zu beantworten. Dazu werden Technologien bewertet, untereinander verglichen sowie das gesammelte Wissen weiterkommuniziert. Es gilt dabei das Ziel der Schaffung einer Grundlage für strategische Entscheidungen im Auge zu behalten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Technologiemonitoring aus verschiedenen Tätigkeitsbereichen besteht, welche in hohem Maß voneinander abhängig sind. In den folgenden Unterkapiteln werden diese Tätigkeitsbereiche dargestellt und erläutert.

2.5.1 Identifikation relevanter Technologiesuchfelder

Dieser Teilbereich des Technologiemonitoring-Modells wird zum Teil durch Tätigkeiten des Technologie-Screenings, der Technologievorausschau oder der Technologiefrüherkennung abgebildet. Die Abgrenzung relevanter Technologiefelder ermöglicht eine effiziente Prozessgestaltung, indem die Gesamtheit der zu beschaffenden Informationen limitiert wird. Laut Spath kann die Strategie des Unternehmens, insbesondere dessen gewünschte technologische Ausrichtung, die Anzahl und Größe der Suchfelder vorgeben.⁵⁸ Durch diese Reduktion des Betrachtungsraumes verhindert man die Überladung der nachfolgenden Schritte mit Information. In der Literatur findet man dazu nicht die eine richtige Vorgehensweise, da diese stark von der strategischen Ausrichtung des Unternehmens abhängt. Neben der Unternehmensstrategie stellt jedoch die marktspezifische Positionierung des Unternehmens einen wesentlichen Faktor zur Abgrenzung dar. Es kann dadurch

⁵⁷ vgl. Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010, S. 9

⁵⁸ vgl. Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010, S. 10

beispielsweise schon früh im Prozess eingeschränkt werden ob Produkt- oder Prozesstechnologien monitort werden.⁵⁹

Ein möglicher Ausgangspunkt zur Strukturierung ist das aktuelle Technologieportfolio. Dabei geht es nicht um eine Einschränkung auf schon im Einsatz befindliche Technologien, sondern vielmehr um das Erkennen der eigenen Spezialisierung am Markt um daraus etwaige alternative oder unterstützende Technologien abzuleiten.⁶⁰

Eine weitere systematische Methode zur Identifikation und Strukturierung des technologischen Wissens ist der sogenannte Technologiebaum. Dieser stellt ein

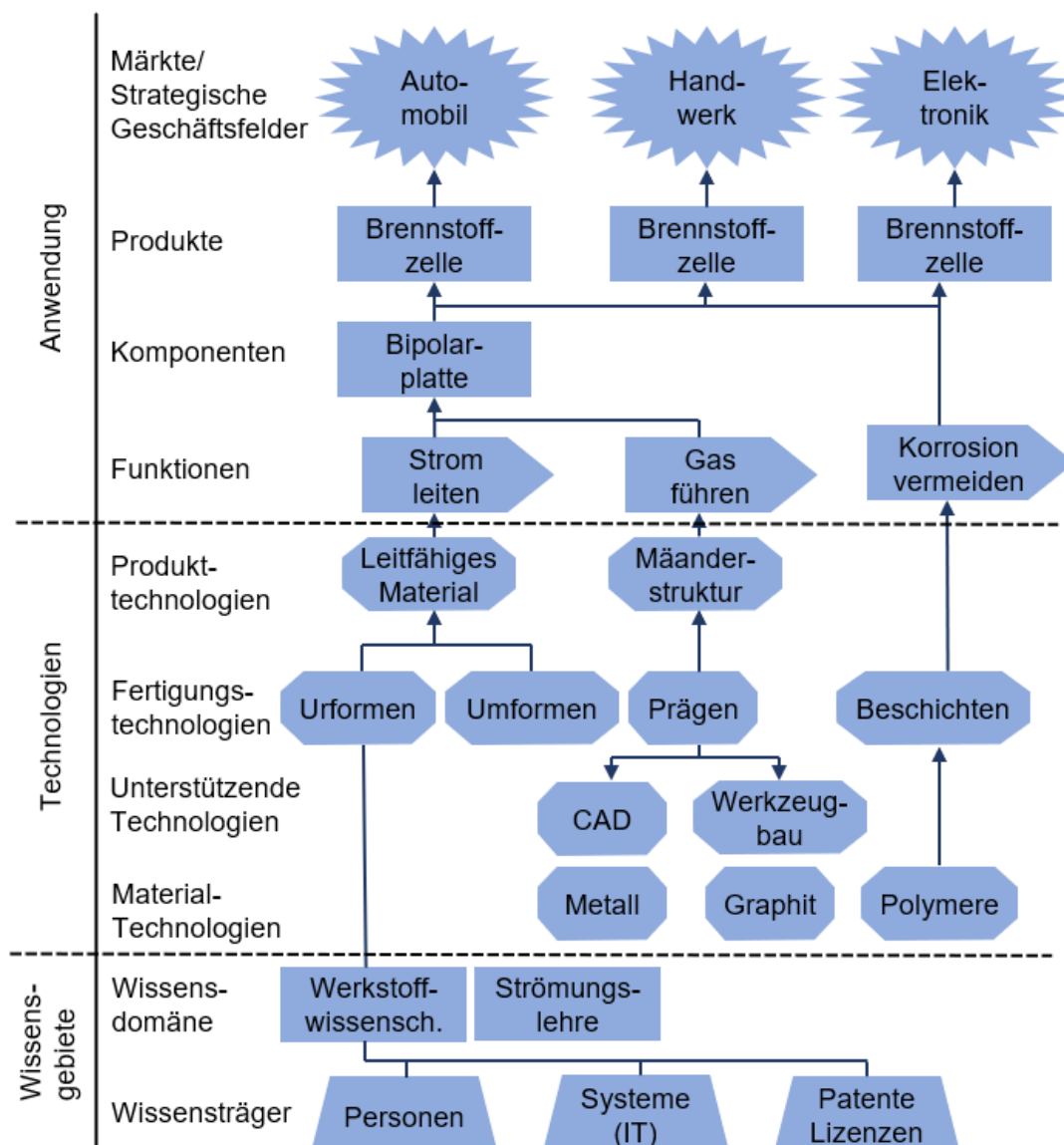


Abbildung 12 - Darstellung eines Technologiebaums (Eigene Abbildung nach Schulte-Gehrmann A., Klappert, Günther, & Hoppe, 2011, S. 64)

⁵⁹ vgl. Savioz, 2003, S. 67 f.

⁶⁰ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 113

graphisches Werkzeug dar, um die Beziehungen zwischen unternehmensspezifischen Kriterien wie Strategie, Markt und Technologie darzustellen. In Abbildung 12 ist ein beispielhafter Technologiebaum dargestellt.

Im Wesentlichen werden in den fünf Stufen des Technologiebaums Wissen, Technologien, Funktionen, Produkte und Märkte dargestellt. Auf der ersten Ebene stehen naturwissenschaftliche Wissensgebiete, in denen ein Unternehmen bestimmte Kenntnisse zur Verfügung hat. Die zweite Stufe bietet Platz für die zu den Wissensgebieten gehörigen Technologien, welche hier in Technologiefelder gruppiert werden. Beispielsweise können Material-, Fertigungs- oder Produkttechnologien unterschieden werden. Wissensgebiete und Technologien sind im Technologiebaum als das theoretische Fundament zu verstehen. Darauf aufbauend wird die Verbindung zur technisch-ökonomischen Ebene geschafft. Der Einsatz der Technologien resultiert in der Erfüllung von konkreten Funktionen, welche in der dritten Ebene zu finden sind. Daraus ergeben sich in der vierten Ebene bestimmte Komponenten und Produkte, welche wiederum in Ebene 5 in Märkte bzw. strategische Geschäftsfelder eingegrenzt werden. Indem Technologien als Werkzeuge zur Bedienung von Märkten verstanden werden, kann die Technologieentwicklung zielgerichtet vorangetrieben werden. Dadurch wird ermöglicht, dass sich Forschung auf die Erfüllung eines konkreten Geschäftsziels konzentriert.⁶¹

Auch wenn die zu untersuchenden Teilbereiche durch die strategische oder marktspezifische Ausrichtung eingegrenzt werden, wären die daraus resultierenden Teilbereiche immer noch zu vielfältig, um sie einer effizienten Untersuchung unterziehen zu können. Der Untersuchungsraum der Recherche muss weiter eingegrenzt werden, um die nachfolgenden Schritte in der Praxis sinnvoll umsetzen zu können. Wellensiek spricht hier von der Fokussierung auf Kernkompetenzen und deren zugrunde liegenden Kerntechnologien, welche langfristigen Unternehmenserfolg sicherstellen. Der Schwerpunkt soll folglich auf dem Schutz der technischen Alleinstellungsmerkmale durch Erkennen von disruptiven Ersatztechnologien liegen. In der Praxis haben sich Suchfeldhierarchien etabliert, da sie eine detaillierte Auflistung mit einer guten Übersicht verbinden, siehe Abbildung 13.

⁶¹ vgl. Schulte-Gehrmann A. , Klappert, Schuh, & Hoppe, 2011, S. 62 ff.

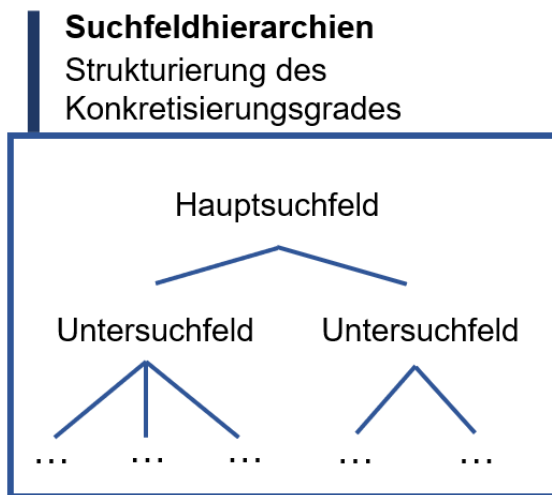


Abbildung 13 – Suchfeldhierarchien (Eigene Abbildung nach Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 116)

Die Beschreibung der Suchfelder kann dabei anhand verschiedener Parameter wie beispielsweise Funktionsprinzip, Material oder Verfahren erfolgen.⁶²

Die zentrale Herausforderung in der Definition der technologischen Suchfelder liegt in der Festlegung ihrer Detailtiefe. Einerseits muss durch einen umfassenden Untersuchungsraum garantiert werden, dass keine disruptiven neuen Technologien übersehen werden. Auf der anderen Seite muss durch eine enge Eingrenzung sichergestellt sein, dass die Umsetzung im Unternehmensalltag durchführbar bleibt.⁶³

2.5.2 Informationssammlung zu Technologien

Nachdem im vorangegangenen Schritt Breite und Detaillierungsgrad der zu untersuchenden Teilgebiete definiert wurden, wird hier geklärt, wie diese Informationen auf sinnvolle und effiziente Weise zusammengetragen werden können.

Die Informationssammlung ist demnach eine Schnittstellenfunktion zwischen der Identifikation der relevanten Suchfelder und der nachfolgenden Technologiebewertung, woraus sich implizit die Anforderungen an diese Tätigkeit ergeben. Zum einen muss gewährleistet sein, dass innerhalb der Suchfelder ausführlich genug gesucht wird, damit nichts übersehen wird. Zusätzlich müssen für die Technologiebewertung die Daten und Informationen in einer ausreichenden Qualität und Vollständigkeit vorliegen. Wellensiek beschreibt eine mögliche Strukturierung des Prozesses der Informationsbeschaffung (siehe Abbildung 14)

⁶² vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 115

⁶³ vgl. Schmitz M., 2017, S. 95

welche an dieser Stelle als Anhaltspunkt zur Beschreibung der einzelnen Prozessschritte dient. An erster Stelle steht dabei die Bestimmung des Informationsbedarfs in Abhängigkeit der zu erreichenden Ziele in der Technologiebewertung.⁶⁴

1. Bestimmung des Informationsbedarfs

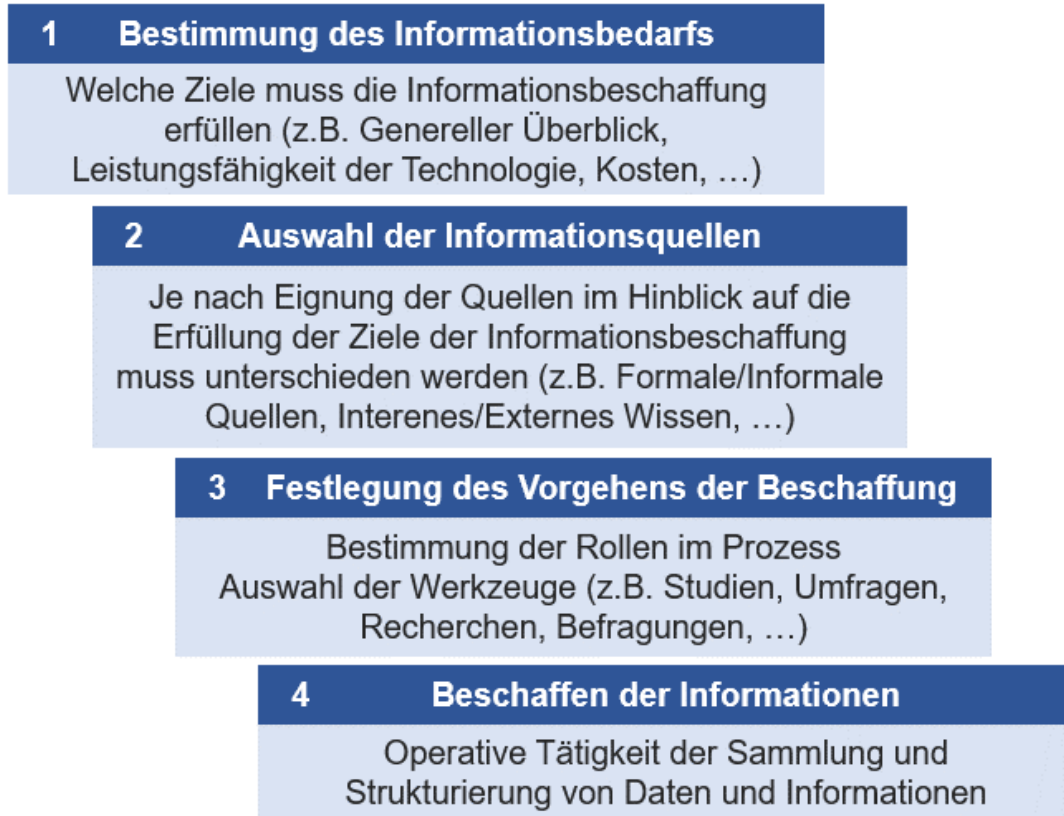


Abbildung 14 - Modell zur Vorgehensweise in der Informationsbeschaffung (Eigene Abbildung in Anlehnung an Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 129)

Je nach Nutzen und Zweck des Technologiemonitorings muss an dieser Stelle deutlich abgegrenzt werden, wie hoch der Informationsbedarf ist. Will man beispielsweise einen einfachen Überblick über bestehende Technologien in einem möglichen neuen Geschäftsfeld, so können grundsätzliche Informationen über Wirkungs- oder Funktionsweise sowie Einsatzfähigkeit ausreichen. Geht es jedoch darum, potenziell disruptive Technologien im Kerngeschäftsfeld zu untersuchen sowie deren Potential als Ersatztechnologie, so entsteht daraus der Bedarf einer sehr detaillierten und umfassenden Informationssammlung.

2. Auswahl der Informationsquellen

⁶⁴ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 129 ff.

Savioz unterscheidet vorrangig in interne und externe sowie in formale und informale Quellen. An erster Stelle muss bedacht werden, dass die Mitarbeiter, welche in die Aufgaben des Technologiemonitorings involviert sind, im Wesentlichen über ein fundiertes technisches Wissen verfügen. Dieses interne Wissen, welches sich unter anderem aus der Ausbildung und den gesammelten Erfahrungen vergangener Projekte zusammensetzt, bildet die Hauptinformationsquelle zu Beginn der Aufgabe. Dem gegenüber steht das externe Wissen, welches zur weiteren Verwertung zugekauft oder anderweitig beschafft werden muss. Wesentliche externe Quellen stellen Kunden, Lieferanten, Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Unternehmensberater. Zusätzlich sind Patentschriften, Online-Suchmaschinen, Zeitschriften oder Studien mit einzubeziehen. Unter formalen Quellen versteht man verschriftlichtes Wissen in einer gewissen Form, wie beispielsweise Patentschriften, Zeitschriften, Bücher, Statistiken oder Studien. Informales Wissen findet man in Vorträgen auf Messen und Konferenzen, in Expertenkommissionen oder Kooperationen wieder.⁶⁵

Savioz betont, dass aus der Literatur keine Handlungsempfehlung hervorgeht, in welchem Fall welche Quellen zu bevorzugen sind. Es wird jedoch darauf verwiesen, dass der Einsatz von formalen externen Quellen durch finanzielle und personelle Ressourcen begrenzt wird.⁶⁶

3. Festlegung des Vorgehens der Beschaffung

Sobald der notwendige Informationsbedarf bestimmt und mögliche Quellen festgelegt wurden beginnt der operative Teil der Informationsbeschaffung. An dieser Stelle muss bestimmt werden, wie und von wem die Quellen genutzt werden. Es besteht die Möglichkeit Studien in Auftrag zu geben, Datenbanken oder wissenschaftliche Paper heranzuziehen.

Die Kernaufgabe der tatsächlichen Informationsbeschaffung besteht darin, die benötigten externen Quellen möglichst effizient zu screenen. Ein wesentlicher Faktor ist die Auswahl der zuständigen Personen für diese Aufgabe. Im Normalfall handelt es sich bei den Informationsbeschaffern um erfahrene und im Unternehmen etablierte Ingenieure. Einerseits wird deren Wissen zur Kategorisierung von Informationen

⁶⁵ vgl. Savioz, 2003, S. 68 ff.

⁶⁶ vgl. Savioz, 2003, S. 68 ff.

genutzt. Zusätzlich leisten deren bestehende Netzwerke einen impliziten Beitrag zur Beschaffung.⁶⁷

Einen Überblick über konkrete Vorgehensweisen der Informationsakquisition gibt Schmitz. Die Kreativitätsmethoden setzen sich aus intuitiver und diskursiver Vorgehensweise, sowie aus einer Kombination derer zusammen. Bei den intuitiven Methoden helfen Prozesse wie Brainstorming, TRIZ oder Abstraktion bei der Förderung der Kreativität. Die diskursiven Methoden wollen durch Zerlegung in lösbare Teilaufgaben eine strukturierte und systematische Vorgehensweise fördern. Die kooperativen Ansätze fußen darauf, durch die Zusammenarbeit verschiedener interner und externer Experten schnellere und qualitativ bessere Ergebnisse zu erzielen. Analytische und recherchierende Methoden sind Vertreter der konventionellen Methoden. Dazu zählen die Analyse natürlicher Systeme, Analyse externer technischer Systeme oder Modellversuche.⁶⁸

2.5.3 Technologiebewertung

Auf die Identifikation relevanter Technologiesuchfelder und Informationssammlung folgt die Bewertung und Einstufung der Technologien, um das Wissen einem entsprechenden Nutzen zuzuführen. Da die Entscheidung eine bestimmte Technologie zu wählen und im Unternehmen zu implementieren langfristige Auswirkungen auf das Geschäftsmodell hat, gilt es eine fundierte und nachvollziehbare Entscheidung zu ermöglichen.

Aus unternehmerischer Sicht ist das wesentliche Ziel der Technologiebewertung den Einfluss von Technologien auf die aktuelle und zukünftige Wettbewerbsfähigkeit zu beurteilen sowie eine Grundlage für die Entscheidung über den Einsatz neuer Technologien zu schaffen.⁶⁹ Die Idee ist dabei nicht zu entscheiden, ob eine bestimmte Technologie gut oder schlecht ist. Vielmehr besteht die Aufgabe darin, die Eignung einer Technologie zur Erreichung vorgegebener Zielstellungen zu ermitteln. Haag spricht von Zielzuständen, welche sich von der Unternehmens- bzw. Technologiestrategie ableiten lassen.⁷⁰

⁶⁷ vgl. Savioz, 2003, S. 68

⁶⁸ vgl. Schmitz M., 2017, S. 101 ff.

⁶⁹ vgl. Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 46

⁷⁰ vgl. Haag, Schuh, Kreysa, & Schmelter, 2011, S. 310

Identifikation relevanter Kriterien

Den Ausgangspunkt der Bewertung bildet die Auswahl von entsprechenden Kriterien, an denen sich die Technologien messen lassen. Durch den konsistenten Einsatz von Bewertungskriterien wird die Vergleichbarkeit verschiedener Technologien im unternehmerischen Kontext erreicht. Weiters wird dadurch eine konstant gleichbleibende Qualität in der Bewertung sichergestellt, was zu Transparenz im Entscheidungsprozess beiträgt.⁷¹ Diese Kriterien sind situationsspezifisch anzupassen, um den unterschiedlichen Detaillierungsgraden in den jeweiligen Suchfeldern gerecht zu werden. Wellensiek betont, dass sich die Bewertungssituation auf die Auswahl relevanter Kriterien auswirkt.⁷²

Die Bewertung an sich ist also eher als Prozess zu verstehen und weniger als einmaliger Arbeitsschritt. Werden beispielsweise die Technologien in einem Suchfeld bewertet, welche noch eher unausgereift und neuartig im Unternehmen sind, so hat die Bewertung eher qualitativen Charakter und hängt eher von der qualifizierten Meinung von Technologieexperten ab. Mögliche Faktoren, welche es an dieser Stelle zu beachten gilt, sind beispielsweise die technische Machbarkeit, die Wettbewerbssituation sowie eine Abschätzung des Ressourcenaufwandes.

Im Gegensatz dazu soll bei Technologien, deren Umsetzbarkeit im wirtschaftlichen Umfeld bereits bestätigt ist, der Fokus auf quantifizierbare Parameter gelegt werden. Das Mittel der Wahl sind an dieser Stelle des Bewertungsprozesses Studien, wissenschaftliche Ausarbeitungen sowie genaue Kosten-Nutzen Analysen.

Zum Erreichen des Ziels der unternehmensbezogenen Technologiebewertung, nämlich der Schaffung einer Entscheidungsgrundlage, ist nicht nur die Leistungsfähigkeit einer Technologie ausschlaggebend. Vielmehr gilt es die unternehmensspezifischen Sichtweisen im Hinblick auf Machbarkeit und Relevanz mit einzubeziehen. Durch die subjektive Einschätzung der Stärken und Schwächen lässt sich feststellen, ob es sich um eine Chance oder ein Risiko handelt.⁷³

Haag identifiziert folgenden generischen Kriteriensatz:

- Konformität zur Geschäftsstrategie (Business Strategy Fit)

⁷¹ vgl. Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 55

⁷² vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 132

⁷³ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 133

- Strategische Hebelwirkung (Strategic Leverage)
- Technische Erfolgswahrscheinlichkeit (Probability of Technical Success)
- Kommerzielle Erfolgswahrscheinlichkeit (Probability of Commercial Success)
- Umsatzpotenzial (Reward)

Diese Auflistung dient nicht als Anleitung zur Bewertung, sondern als Ausgangspunkt zur Individualisierung auf konkrete Technologieanwendungen im Unternehmen.⁷⁴ Die oben aufgelisteten Kriterien haben für eine praktische Umsetzung eine hohe Flughöhe und stellen dadurch eher eine mögliche Kategorisierung der Bewertungskriterien dar. Um eine aussagekräftige und strategisch relevante Entscheidungsgrundlage zu bieten, bedarf es konkreterer Parameter.

Dazu hat Warschat aus unterschiedlichen Methoden bestimmte Kriterien gesammelt und nach Markt- bzw. Technologierelevanz kategorisiert, siehe Tabelle 3. Die marktbezogenen Kriterien bilden das Marktpotenzial ab, während die technologiebezogenen Kriterien sowohl technologische Machbarkeit als auch Kompetenzen und Integrationsmöglichkeiten in bestehende Systeme einschätzen.⁷⁵

Tabelle 3 - Liste an Bewertungskriterien aus unterschiedlichen Methoden inkl. Zuordnung zu den Bewertungskategorien Markt und Technologie (Eigene Abbildung nach Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 56 f.)

Bewertungskriterien	Beschreibung	Markt	Technologie
Abhängigkeiten	Abhängigkeiten zwischen Technologien im System		X
Akzeptanz	Grad der Akzeptanz einer Technologie im Markt (bzw. in der Gesellschaft)	X	
Anwendbarkeit	Grad der Anwendbarkeit einer Technologie in Produkten, Prozessen, Komponenten oder Dienstleistungen		X
Anwendungsbreite	Breite der Anwendung über Produkte, Prozesse, Komponenten und Dienstleistungen hinweg	X	
Dominanz	Grad der Dominanz einer Technologie im Markt	X	

⁷⁴ vgl. Haag, Schuh, Kreysa, & Schmelter, 2011, S. 322

⁷⁵ vgl. Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 56

Entwicklungspotenzial	Potenzial zur Weiterentwicklung der Technologie		X
F&E-Ressourcen	F&E-Ressourcen, die für die Entwicklung der Technologie verfügbar sind		X
Investition bis zur Markteinführung	Investition, die geleistet werden muss, bis die Technologie im Markt eingesetzt werden kann		X
Kompatibilität	Grad der Kompatibilität mit Regularien, Werten und Erfahrungen bestehender Lösungen		X
Kompetenzen	Existierende Technologiekompetenzen		X
Kosten-Nutzen Kunde	Kosten-Nutzen-Gewinn für den Kunden durch den Einsatz der Technologie	X	
Kosten-Nutzen Unternehmen	Kosten-Nutzen-Gewinn für das Unternehmen durch den Einsatz der Technologie		X
Leistungsvorsprung	Leistungsvorsprung im Vergleich mit Referenztechnologien		X
Marktvolumen	Marktvolumen, das durch den Einsatz der Technologie betroffen ist	X	
Öffentliche Förderung	Forschungsförderung durch öffentliche Einrichtungen		X
Patente	Anzahl der Patente, die in oder außerhalb des Unternehmens existieren		X
Reifegrad	Position der Technologie im Technologielebenszyklus		X
Risiko	Risiko, das mit dem Einsatz oder Entwicklung der Technologie verbunden ist		X
Strategische Bedeutung	Bedeutung der Technologie zur strategischen Ausrichtung oder Alleinstellung des Unternehmens	X	
Strategische Konsistenz	Konsistenz der Technologie mit der strategischen Ausrichtung des Unternehmens		X
Synergien	Synergien, die durch den Einsatz oder die Entwicklung der Technologie entstehen können		X
Wertschöpfungsbeitrag	Beitrag der Technologie zur Wertschöpfung für den Kunden	X	

Diese Unterscheidung in Markt und Technologie fußt auf der Idee externe und interne Faktoren zu kombinieren, um das gesamte Einflusspektrum auf die Eignung von Technologien abzubilden.

Wellensiek bezeichnet den externen Blickwinkel als Technologieattraktivität und den internen Blickwinkel als Technologieposition.⁷⁶ Die Gegenüberstellung dieser beiden Kriterienkategorien in Form eines Portfolios ist eine in der Literatur anerkannte Möglichkeit, um eine umfassende und unternehmensbezogene Bewertung durchzuführen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Auswahl der Kriterien, anhand derer Technologien bewertet werden, einen wesentlichen Schritt der Technologiebewertung darstellt. Einerseits gilt es die Bewertung einfach und unkompliziert zu gestalten, um Personalaufwände und Ressourcen zu schonen. Andererseits muss eine geeignete Auswahl an Parametern festgelegt werden, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage darzustellen.

Bewertungsmethoden

Neben der Auswahl der Parameter, an denen sich Technologien messen lassen, bestimmt vor allem die Bewertungsmethode, also die Vorgehensweise wie man zur Bewertung kommt, die Qualität des Ergebnisses.

In der einschlägigen Literatur finden sich dazu verschiedenste Methoden, welche alle gewisse Vor- und Nachteile mit sich bringen. Welche in der Praxis verwendet wird hängt wiederum von den verfügbaren Ressourcen und Informationen sowie dem Entwicklungsstand der Technologie ab.⁷⁷ **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt eine Auswahl an üblichen Methoden zur Technologiebewertung. Diese sind nach ihrer Art (qualitativ & quantitativ), nach der Phase, in der sie zum Einsatz kommen sowie nach der Art des Vorgehens eingeteilt.

⁷⁶ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 132 f.

⁷⁷ vgl. Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010, S. 12

Tabelle 4 - Übliche Methoden und Instrumente in der Technologiebewertung (Eigene Abbildung nach Steinwender, 2021, S. 81)

Methode	Art		Phase			Vorgehen			
	Qualitativ	Quantitativ	Früherkennung	Folgenabschätzung	Bewertung	Intuitiv-strukturiert	Empirisch	Kausal / systemisch	Intuitiv-mathematisch
Trendextrapolation		■		■					■
Historische Analogiebildung	■	■		■		■		■	
Brainstorming	■		■	■		■			
Delphi-Expertenumfrage	■	■	■	■	■	■			
Morphologische Klassifikation	■		■	■				■	
Relevanzbaum-Analyse	■	■	■	■	■			■	
Risiko-Analyse		■		■	■	■		■	
Verflechtungsmatrix-Analyse	■	■		■	■			■	
Modell-Simulation		■	■	■	■			■	■
Szenariotechnik	■		■	■	■	■		■	■
Kosten-Nutzen-Analyse		■			■			■	
Nutzwert-Analyse	■	■			■			■	
Portfoliotechnik	■	■			■	■		■	
Quality Function Deployment	■	■		■	■		■		
Wirtschaftlichkeitsrechnung		■			■				■

Die Auswahl der jeweiligen Bewertungsmethode hängt stark davon ab, in welcher Phase des Monitoring-Prozesses man sich befindet sowie von der Technologie und ihrem Entwicklungsstand. In den frühen Phasen sind qualitative Methoden vorrangig anzuwenden, um Technologien einordnen zu können. In den späteren Phasen braucht es den Einsatz von quantitativen Methoden zur fundierten Einschätzung der Potenziale von Technologien.⁷⁸

Da eine genaue Erläuterung aller angeführten Methoden nicht sinnvoll wäre, werden in weiterer Folge jene beschrieben, welche vom Autor im Rahmen dieser Arbeit als relevant für die Prozessentwicklung eingestuft werden.

- **Delphi-Methode**

Die Delphi-Methode stellt eine Methode zur Ideenfindung und Prognose unter Berücksichtigung der Expertise von Fachleuten dar. Ziel ist die Einschätzung eines Sachverhalts im Hinblick auf aktuelle bzw. zukünftige Entwicklungen. Die Befragung der Experten erfolgt anonym und wird zentral koordiniert, sodass eine gegenseitige Beeinflussung der Antworten ausgeschlossen werden kann.⁷⁹

- **Szenariotechnik**

Die Szenariotechnik als Methode zur ganzheitlichen Entwicklung von möglichen Zukunftsszenarien sowie passenden Handlungsempfehlungen eignet sich gut als Grundlage für die Entscheidungsfindung. Auf Basis der Gegenwart werden in festgelegten Zeithorizonten aktuelle und mögliche zukünftige Entwicklungsschritte eingeordnet. Neben den Chancen werden dadurch auch mögliche Risiken abgegrenzt.⁸⁰

- **Kosten-Nutzen-Analyse**

Die Kosten-Nutzen-Analyse stellt ein klassisches quantitatives Verfahren zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Technologien dar. Um einen monetären Nutzen zu berechnen, werden dazu alle Aufwendungen und Erträge der Nutzung einer Technologie erfasst bzw. geschätzt. Während man dadurch klare und fundierte Investitionsentscheidungen erzielen kann, stellt die Qualität der Datengrundlage einen limitierenden Faktor dar. Zum Zeitpunkt, zudem die Bewertung erfolgen soll, stehen nicht alle Informationen über Kosten und Nutzen zur Verfügung.⁸¹

⁷⁸ vgl. VDI 3780, 2000, S. 27

⁷⁹ vgl. VDI 3780, 2000, S. 33

⁸⁰ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 153 ff.

⁸¹ vgl. Steinwender, 2021, S. 84

- **Portfoliotechnik**

Die Portfoliotechnik ermöglicht eine Bewertung in Bezug auf mehrere Dimensionen, um eine übersichtliche und strukturierte Darstellung unterschiedlicher Alternativen in einem Bereich darzustellen. Dabei werden aggregierte Kennzahlen benutzt, um in einem Diagramm Informationen gegenüberzustellen. Weitere Merkmale zu den Technologien können über Größe und Form eines Punktes im Diagramm, sowie über den Einsatz von Farben dargestellt werden.⁸²

- **SWOT-Analyse**

Die SWOT-Analyse ist eine Methode zur Evaluierung von Organisationen, Projekten oder Technologien. Dabei werden die internen Attribute in Form von Stärken und Schwächen den externen Faktoren Chancen und Risiken gegenübergestellt. Durch diese systematische Vorgehensweise kann die Entscheidungsfindung im Hinblick auf interne und externe Einflussfaktoren unterstützt werden.⁸³

Der Einsatz von SWOT-Analysen im Energiesektor ermöglicht durch Analyse der Schwächen und Risiken die direkte Ableitung geeigneter Strategien, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Die Kategorisierung in interne und externe bzw. positive und negative Attribute begünstigt einen diversen Diskurs, welcher möglichst viele Aspekte abdeckt.⁸⁴

Organisation der Technologiebewertung

Neben den festgelegten Kriterien und den gewählten Methoden stellt die organisatorische Umsetzung einen entscheidenden Faktor der Technologiebewertung dar.

Haag beschreibt dafür die Möglichkeit eines Expertenkreises aus Fach- bzw. Technologieexperten, FuE-Leitern sowie Marketingfachleuten und Mitarbeitern aus der Unternehmensentwicklung. Diese Gruppe kann auf Basis von internem Wissen, vorangegangenen Recherchen sowie Erfahrungen aus der Praxis in einen qualitativen Diskurs treten, um eine gemeinsame Beurteilung zu finden.⁸⁵ Durch das Zusammenspiel verschiedener Meinungen werden Technologien von verschiedenen Blickwinkeln betrachtet, was zu einer umfassenden Begutachtung führt. Es zeigt sich, dass eine Kombination aus Methodenkompetenz und Fachkompetenz notwendig ist,

⁸² vgl. Steinwender, 2021, S. 84 f.

⁸³ vgl. Ken III, Eastwood, Turner, Goodman, & Ricketts, 2016

⁸⁴ vgl. Terrados, Almonacid, & Hontoria, 2007, S. 1279 f.

⁸⁵ vgl. Haag, Schuh, Kreysa, & Schmelter, 2011, S. 321

um zu einem verwertbaren Ergebnis zu kommen. Dazu können die Akteure des Technologiemonitorings die für eine Gruppenbewertung notwendige Organisation und Moderation übernehmen, um auf effizientem Weg zu einer objektiven Einschätzung zu kommen.⁸⁶

Bei dieser Form der interdisziplinären Gruppenbewertung muss in jedem Fall berücksichtigt werden, dass bei einer Einigung die Tendenz dazu herrscht, den kleinsten gemeinsamen Nenner zu finden. Um Spannungen aus dem Weg zu gehen wird der Weg des geringsten Widerstandes gewählt. Dies führt dazu, dass Innovationen inkrementell verbessert werden und dass man disruptiven Technologien eher aus dem Weg geht.^{87,88,89}

Unter disruptiven Technologien werden jene verstanden, welche aktuell im Einsatz befindliche ablösen bzw. ersetzen könnten und dadurch getätigte Investitionen obsolet machen.⁹⁰ Diese Breakthrough-Technologien benötigen speziell angepasste Bewertungsmethoden, welche die Einordnung von neuartigen und damit risikobehafteten technologischen Entwicklungen ermöglichen.⁹¹

Schimpf et al. hat in einer Studie festgestellt, dass Unternehmen zur Evaluierung von potenziell disruptiven Technologien vor allem auf SWOT Analysen setzen. Weitere relevante Methoden zur Evaluierung sind die Intuition der Mitarbeiter bzw. Experten, Szenarioanalysen sowie der Einsatz von Technologieradars. Die folgenden Kriterien sind dabei im Zusammenhang mit der Bewertung potenziell disruptiver Technologien am häufigsten zum Einsatz gekommen⁹²:

- Anwendbarkeit / Einsatzbereitschaft
- Kosten bis zur Markteinführung
- Stand der Technik der Konkurrenz & Mitbewerber

⁸⁶ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 133

⁸⁷ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 133

⁸⁸ vgl. Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 57

⁸⁹ vgl. Haag, Schuh, Kreysa, & Schmelter, 2011, S. 321

⁹⁰ vgl. Schimpf & Heihsel, 2017, S. 1

⁹¹ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 133

⁹² vgl. Schimpf & Heihsel, 2017, S. 4 f.

Disruptive Technologien müssen sich daran bewerten lassen, ob sie aktuell im Einsatz befindliche Technologien ablösen werden. Dadurch müssen sich Leistung und Kosten an Referenztechnologien messen lassen.⁹³

Spezielle Aspekte der Bewertung von Energietechnologien

Bis hierhin wurden allgemeine Themenfelder der Technologiebewertung dargelegt. In der gegenständlichen Arbeit liegt ein spezieller Fokus auf der Bewertung von Energietechnologien. Deswegen soll hier auf die zugrunde liegenden Aspekte, spezielle Methoden und vor allem auf relevante Bewertungskriterien eingegangen werden.

Zur Darstellung der verschiedenen Ziele und deren Wechselwirkungen eignet sich das sogenannte Zieldreieck der Energiepolitik (siehe Abbildung 15).

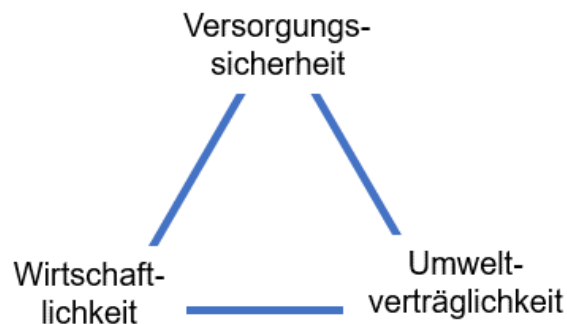


Abbildung 15 - Zieldreieck der Energiepolitik (Eigene Abbildung in Anlehnung an Pittel, 2012)

Diese Darstellung soll verdeutlichen, dass im Bereich der Energietechnologien im Gegensatz zu anderen Wirtschaftsbereichen nicht nur die Wirtschaftlichkeit im Vordergrund steht. Es geht auch darum der zunehmenden Bedeutung von Umwelt- und Gesellschaftsaspekten gerecht zu werden. Das zukünftige Anlagenportfolio von Energieversorgern muss also:⁹⁴

- gleichbleibende und sichere Versorgung der Kunden gewährleisten
- negative Auswirkungen auf die Umwelt reduzieren
- kosteneffiziente Strom- und Wärmeversorgung bereitstellen

Klassische Optimierungsmodelle als Auswahlhilfe für bestimmte Technologien fokussieren sich meist auf ökonomische Aspekte wie Gewinnmaximierung oder Kostenminimierung. Die Notwendigkeit der Einbeziehung verschiedener Zielgrößen im

⁹³ vgl. Schimpf & Heihsel, 2017, S. 5

⁹⁴ vgl. Pittel, 2012, S. 22 ff.

Energiesektor verlangt nach multikriteriellen Methoden zur Schaffung von Entscheidungsgrundlagen. Dadurch lassen sich verschiedene Aspekte kombinieren, um die zur Verfügung stehenden Optionen zu vergleichen und Rangfolgen zu bilden.

Zwei mögliche Werkzeuge zu diesem Zweck sind die Multi-Attribut-Methoden (Multi Attribute Decision Making – MADM) und die Multi-Objektive-Methoden (Multi Objective Decision Making – MODM) mit folgenden wesentlichen Merkmalen:

- MADM
 - Ziel ist die Klassifizierung von Alternativen
 - Lösungsfindung durch das Ausfüllen einer Entscheidungsmatrix mit entscheidungsrelevanten Kriterien.
- MODM
 - Ziel ist die Berechnung der optimalen Alternative
 - Lösungsfindung durch Vektroptimierungsmodelle, welche quantifizierbare Zielfunktionen minimieren.

Im Kontext der multikriteriellen Bewertung von Energietechnologien sind die Multi-Attribut-Methoden besser geeignet, da durch die vergleichende Bewertung festgelegter Alternativen auf Zielgrößen eingegangen werden kann, welche sich nicht unmittelbar quantifizieren und mathematisch sinnvoll vergleichen lassen.⁹⁵

Es lässt sich leicht erkennen, dass die Auswahl der Kriterien, mit welchen die einzelnen Technologien bewertet werden von zentraler Bedeutung ist.

2.5.4 Kommunikation der Ergebnisse

Um aus den vorangegangenen Prozessschritten eine gewünschte Wirkung auf das Unternehmen zu erzielen, müssen die Erkenntnisse des Technologiemonitorings an verschiedenen Akteure kommuniziert werden. Dabei gilt zu beachten, dass die Informationen über neue Technologien und deren mögliche Auswirkungen auf das Unternehmen nicht nur dem Top-Management vorbehalten sein sollen. Vielmehr ist die umfangreiche Kommunikation der Ergebnisse für unterschiedliche Unternehmensbereiche relevant.⁹⁶

⁹⁵ vgl. Oberschmidt, 2010, S. 55 ff.

⁹⁶ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 135 f.

Zur Nutzbarmachung der Recherche- und Bewertungsergebnisse benötigt es geeignete Werkzeuge zur Visualisierung. Dabei muss unterschieden werden in die Darstellung der Ergebnisse der Einzelbewertung von Technologien sowie die Darstellung zur Vergleichbarkeit von Technologien. Bei der Visualisierung der Einzelbewertung wird versucht quantitative Ergebnisse ansprechend darzustellen. In Abbildung 16 sind einige Möglichkeiten zur Visualisierung der Ergebnisse dargestellt.

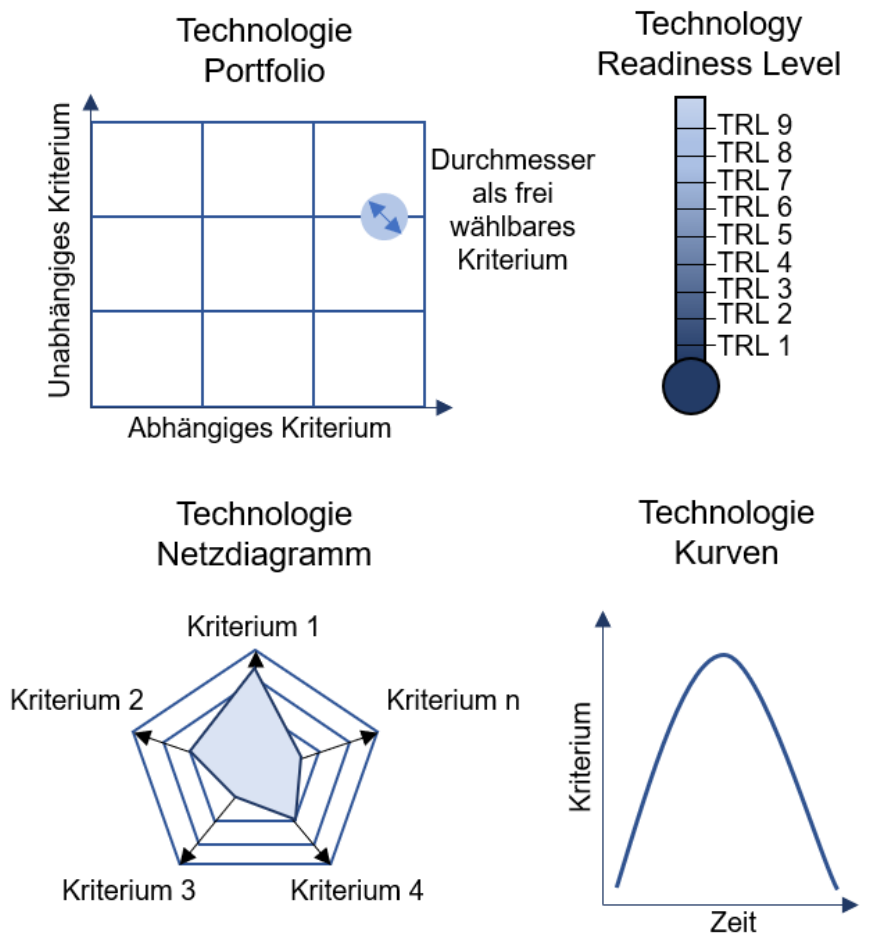


Abbildung 16 - Möglichkeiten zur Visualisierung der Einzelbewertung von Technologien (Eigene Abbildung nach Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 52)

Beispielsweise kann der TRL in Form eines Thermometers dargestellt werden. Im Netzdiagramm lassen sich auf übersichtliche Weise verschiedene Kriterien darstellen und die Technologiekurve stellt den zeitlichen Verlauf von Kriterien dar. Durch den Einsatz von Portfoliographiken lassen sich drei Kriterien gegenüberstellen. Auf der Ordinate findet man das unabhängige Kriterium, auf der Abszisse das abhängige Kriterium und die Größe des Markers erlaubt die Darstellung eines dritten, frei wählbaren Kriteriums. Ein unabhängiges Kriterium bedeutet, dass es von allgemein gültigen Faktoren bestimmt wird und das Unternehmen keinen Einfluss darauf hat. Das

abhängige Kriterium beschreibt den unternehmensspezifischen Fit für die Technologie.⁹⁷

Zum Vergleich unterschiedlicher Technologien bieten sich alternative Visualisierungsmöglichkeiten an (siehe Abbildung 17).

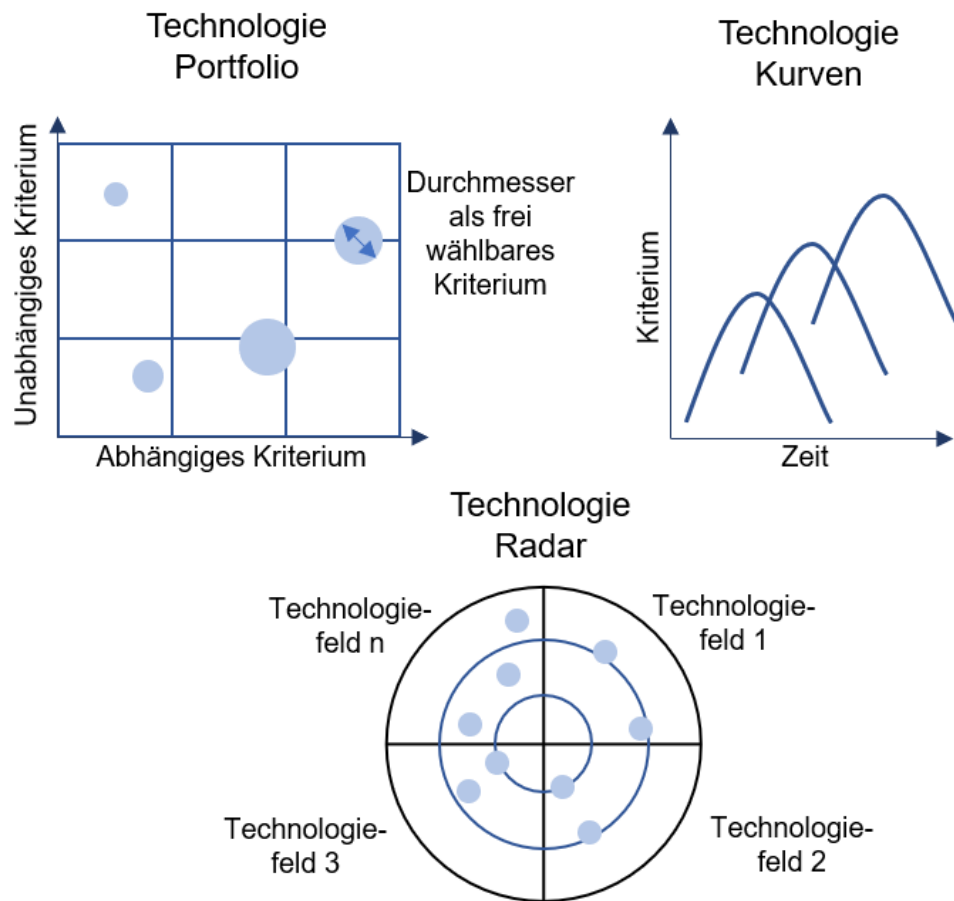


Abbildung 17 - Möglichkeiten zur Visualisierung der Bewertung von mehreren Technologien
(Eigene Abbildung nach Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 53)

In der Portfoliomethode lassen sich durch die Darstellung von drei unabhängigen Kriterien auf einen Blick Erkenntnisse über verschiedene Technologien gewinnen. Weiters bietet die gemeinsame Darstellung von einzelnen Technologiekurven in einem geteilten Diagramm die Möglichkeit zeitliche Entwicklungen gegenüberzustellen. Zur Darstellung einer hohen Anzahl an Technologien in verschiedenen Suchfeldern bietet sich der Technologieradar an. Ähnlich einem Radar kann damit die Distanz zur Mitte als Hauptkriterium dargestellt werden. Dies kann beispielsweise die Eignung der

⁹⁷ vgl. Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 51 f.

Technologie für das Unternehmen oder die zeitliche Distanz bis zum Einsatz darstellen.⁹⁸

Zur besseren Vergleichbarkeit der dargestellten Ergebnisse bietet sich ein standardisierter Technologiesteckbrief an. In diesem werden die wesentlichen Aspekte, also die Kerninformationen und Ergebnisse der Technologiebewertung dargestellt. Für die detaillierte Beschreibung von relevanten Technologien benötigt es eine ausführlichere Betrachtung, z.B. in Form von Technologiestudien.⁹⁹

⁹⁸ vgl. Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 52 f.

⁹⁹ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 138

3 Stand der Forschung

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand der Forschung zum Thema Technologiemonitoring bzw. Modelle und Aktivitäten der Technology Intelligence analysiert. Dies wird anhand einer systematischen Literaturrecherche durchgeführt. Dabei wird zuerst die Vorgehensweise und Systematik erläutert, anschließend wird die Recherche durchgeführt und die Ergebnisse werden dokumentiert. Das Ziel ist eine objektive Sammlung und Analyse relevanter aktueller Forschungsergebnisse, um Erkenntnisse für die nachfolgende Modellentwicklungen zu gewinnen und um mögliche Forschungslücken aufzuzeigen.

3.1 Systematische Literaturrecherche

Das Ziel einer Literaturrecherche ist das verfügbare Wissen zu untersuchen und zu bewerten, um auf Basis dessen die vorhandene Wissensgrundlage zu erweitern. Der Vorteil der systematischen Analyse besteht darin, durch eine nachvollziehbare, wissenschaftliche und transparente Vorgehensweise eine objektive Wissensbasis zu schaffen, welche nicht von persönlichen Meinungen des Forschenden beeinflusst ist.¹⁰⁰

Die Durchführung einer systematischen Literaturrecherche mit dem Ansatz von Tranfield erfolgt in drei Schritten:

1. Planung

Vor Beginn der eigentlichen Recherche muss die Relevanz und der Umfang der Literatur eingegrenzt werden, um den Fachbereich bzw. das Thema vorab abgrenzen zu können.¹⁰¹

In Kapitel 2 ist dazu eine ausführliche Recherche zu den Themenbereichen Technologie, Technologiemanagement sowie zu ausgewählten Aktivitäten und Modellen der Technology Intelligence dargelegt. Diese Erkenntnisse dienen als Ausgangsbasis für die Durchführung der systematischen Literaturrecherche.

2. Durchführung

¹⁰⁰ vgl. Tranfield, Denyer, & Smart, 2003, S. 209

¹⁰¹ vgl. Tranfield, Denyer, & Smart, 2003, S. 214

Aus der vorangehenden Recherche ergeben sich relevante Schlagwörter und Suchbegriffe, woraus die wichtigsten ausgewählt werden. Zur Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit muss die Suchstrategie detailliert dokumentiert werden. Das Ergebnis der Suche ist eine Auflistung der Studien, welche die definierten Kriterien erfüllen. Dies soll zur besseren Reproduzierbarkeit in Form einer Matrix mit Zusatzinformationen zu Titel, Autor sowie Thematik der Studien dargestellt werden. Die gefundenen Studien und Beiträge werden in weiterer Folge überflogen, um relevante Quellen für die detailliertere Analyse zu finden.¹⁰²

3. Analyse

In der abschließenden Analysephase werden die relevanten Erkenntnisse aus den Veröffentlichungen zusammengefasst, um einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zu ermöglichen. Wichtig dabei ist, dass die Schlussfolgerungen auf nachvollziehbaren Fakten beruhen.¹⁰³

3.1.1 Durchführung der Recherche

Folgende Suchbegriffe wurden definiert:

- Technology-Monitoring
- Technology-Intelligence
- Technology-Scanning
- Technology-Scouting

Es muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass durch den Bindestrich zwischen den Begriffen sichergestellt wird, dass themenrelevante Artikel gefunden werden. Sucht man beispielsweise nach „Technology Monitoring“ und nicht nach „Technology-Monitoring“, so liefern Online-Datenbanken Artikel zu konkreten Technologien zum Monitoren von Technologien und nicht zu Modellen, welche unter diesem Begriff verstanden werden. Gleiches gilt für Scouting, Scanning, und Technology Intelligence.

Für die Suche wurde die Online-Datenbank Scopus verwendet, welche als weit verbreitete und anerkannte Datenbank für wissenschaftliche Publikationen verstanden wird. Zur Eingrenzung der Ergebnisse auf relevante Bereiche wurden die in Tabelle 5 angeführten Ein- und Ausschlusskriterien definiert.

¹⁰² vgl. Tranfield, Denyer, & Smart, 2003, S. 215

¹⁰³ vgl. Tranfield, Denyer, & Smart, 2003, S. 218

Tabelle 5 - Ein- und Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche (Eigene Abbildung)

	Einschlusskriterium	Ausschlusskriterium
Sprache	Englisch	Sonstige
Zeitraum	2013-2023	Vor 2013
Dokumenttyp	Article, Conference Paper	Sonstige
Fachgebiete	„Business, Management and Accounting“ „Decision Sciences“ „Engineering“ „Econometrics and Finance“ „Energy“ „Environmental Science“	Sonstige

Die Suche wurde am 23.02.2023 durchgeführt, die Ergebnisse daraus sind in Tabelle 6 dargestellt. Dabei wird zunächst die Gesamtanzahl der verfügbaren Veröffentlichungen dokumentiert. In der Grobauswahl wurden die Titel der Publikation gesichtet, um deren Relevanz festzustellen. Wenn am Titel nicht absehbar war, ob die Veröffentlichung relevant ist, so wurde zusätzlich der Abstract analysiert. Die gefundene Veröffentlichungen wurden, wenn sie über den Online-Zugang der TU Wien zugänglich waren, zur Feinauswahl für die weitere Durchsicht heruntergeladen. Die Veröffentlichungen in der Feinauswahl wurden ganz gelesen und auf relevante Erkenntnisse für das gegenständliche Forschungsvorhaben gescreent.

Tabelle 6 - Ergebnisse der systematischen Literatursuche (Eigene Abbildung)

Suchbegriff	Ergebnisse der Suchanfrage		
	Gesamtanzahl	Grob- auswahl	Fein- auswahl
Technology-Scouting	24	9	5
Technology-Scanning	45	3	1
Technology-Monitoring	119	11	3
Technology-Intelligence	106	16	8

In der Feinauswahl (siehe Tabelle 7) sind all jene Veröffentlichung dokumentiert, welche für das gegenständliche Forschungsvorhaben relevante Erkenntnisse beinhalten.

Tabelle 7 - Relevante Veröffentlichungen aus der systematischen Literaturrecherche (Eigene Abbildung)

Titel	Autoren	Quelle	Fokus
Technology-Scouting			
The iterative involvement of internal experts into the technology scouting process	Oertl A. et al., 2014	IEEE International Technology Management Conference	Externe Informationen, Rollen
Technology landscape mapping at the heart of open innovation	Spitsberg I. et al., 2013	Research-Technology Management, 56(4)	Vorgehensmodell, Visualisierung
How to measure technology intelligence	Loh Y.W. & Mortara L., 2017	International Journal of Technology Intelligence and Planning	Erprobung
External technology searching methods - A literature review	Kujawa K.A. & Paetzold K., 2019	Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design (Vol. 1, No. 1)	Begriffsdefinition
Capitalizing on emerging technologies - A path to creating opportunities in new markets	Spitsberg I. et al., 2015	Research-Technology Management, 58(4)	Vorgehensmodell
Technology-Scanning			
Intelligent technology scanning - Aims, content and practice	Ashton B., 2020	Форсайт, 14(3(eng))	Vorgehensmodell
Technology-Monitoring*			
* Die meisten gefundenen Veröffentlichungen in diesem Suchbereich beschäftigen sich mit der Patentanalyse zur Sammlung externer Informationen. An dieser Stelle wurden nur jene Veröffentlichungen in Betracht gezogen, welche sich mit Technologien des Energiesektors beschäftigen.			
Patterns of technological innovation and evolution in the energy sector - A patent-based approach	Lee K. & Lee S., 2013	Energy Policy, 59	Externe Informationen, Patentanalyse, Energietechnologie
Observing technology reserves of carbon capture and storage via patent data - paving the way for carbon neutral	Kang J.N et al., 2021	Technological Forecasting and Social Change, 1171, 120933	Externe Informationen, Patentanalyse, Energietechnologie
Comparing data sources for identifying technology trends	Mikova N. & Sokolova A., 2019	Technology Analysis & Strategic Management, 31(11)	Externe Informationen
Technology-Intelligence			
A framework for identifying and evaluating technologies of interest for effective business strategy – Using text analytics to augment technology forecasting	Rana R. et al., 2017	International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI)	Externe Informationen, Textanalyse
Directing the technology intelligence activity – An ‘information needs’ template for initiating the search	Kerr C. & Phaal R., 2018	Technological Forecasting and Social Change, 134	Vorgehensmodell, Externe Informationen, Erprobung
Integrating science and technology metrics into a competitive technology intelligence methodology	Rodriguez-Salvador M. & Castillo-Valdez P.F., 2021	Journal of Intelligence Studies in Business, 11(1)	Vorgehensmodell
Integrating sustainable value thinking into technology forecasting – A	Farrukh C. & Holgado M., 2020	Technological Forecasting and Social Change, 158, 120171	Vorgehensmodell, Nachhaltigkeit

configurable toolset for early stage technology assessment			
Scanning the technological environment for supporting radical innovation – A case study from the Italian machinery industry	Manzini R., 2013	International Conference on Engineering, Technology, and Innovation (ICE)	Vorgehensmodell, Erprobung
Technological trends in context of Industry 4.0 and their industrial applications	Schuh G. et al., 2019	60 th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS)	Vorgehensmodell
Technology intelligence practices in SMEs – Evidence from Estonia	Nasullaev A. et al., 2020	Journal of intelligence studies in business, 1(1)	Vorgehensmodell, Erprobung
Toward an inclusive understanding of technology intelligence – A literature review	Safdari Ranjibar M. & Tavakoli G.R., 2015	Foresight, 17(3)	Begriffsdefinition

3.1.2 Ergebnisse der Recherche

Durch die Analyse der relevanten Veröffentlichungen konnte ein Überblick über die aktuellen Forschungsthemen gewonnen werden. Dabei konnten folgende Forschungsschwerpunkte kategorisiert werden:

Literaturrecherche

Begriffsdefinition

Die Komplexität des Forschungsfeldes zeigt sich in der fehlenden Genauigkeit der festgelegten Formulierungen. In den Veröffentlichungen, welche mittels Literaturrecherche die benutzten Formulierungen analysieren, wird argumentiert, dass es kein einheitliches Verständnis über die Benennung der Subaktivitäten des Technologiemanagements gibt.^{104,105} Allen Vorgehensweisen ist jedoch eigen, dass sie durch das Finden und Nutzbarmachen von technologiebezogenen Informationen Mehrwert für Unternehmen schaffen wollen.

Vorgehensmodelle & Subaktivitäten

Vorgehensmodelle

¹⁰⁴ vgl. Kujawa & Paetzold, 2019

¹⁰⁵ vgl. Safdari Ranjibar & Tavakoli, 2015

Zahlreiche Veröffentlichungen beschäftigen sich mit der Entwicklung generischer Vorgehensmodelle für die Aktivitäten der Technologie-Intelligenz^{106,107,108,109,110}, oder für spezifische Teilbereiche wie die Visualisierung der Ergebnisse¹¹¹ und die Ausrichtung der Informationssuche^{112,113}. Diese sollen als Vorlage oder Werkzeugkasten zur praktischen Implementierung in Unternehmen dienen. Obwohl alle Modelle dieselbe grundlegende Idee zur Nutzbarmachung von Informationen teilen, zeigt sich, dass es nicht das eine richtige Prozessmodell gibt, welches allen Anforderungen von Organisationen gerecht wird.

Beschaffung externer Informationen - Patentanalyse, Textanalyse, etc.

Ein großer Teil der gefundenen Veröffentlichungen beschäftigt sich mit der Vorgehensweise der Sammlung von externem Wissen zu Technologien. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf strukturierten Vorgehensweisen wie Patent-Mining^{114,115} oder Text-Mining¹¹⁶, welche durch Unterstützung von digitalen Technologien große Mengen an ungeordneten Informationen sammeln und kategorisieren. Weitere Veröffentlichungen beschäftigen sich mit der Auswahl der passenden Datenquellen¹¹⁷ oder der Aufteilung der Rollen für die Informationssuche.¹¹⁸

Erprobung

Erkenntnisse der Umsetzung in Organisation

Es zeigt sich, dass die Erprobung der Eignung von entwickelten Modellen ein komplexes Forschungsfeld ist. Einen Zugang stellt die aktivitäts- oder ergebnisbasierte Messung in Bezug auf spezifische Projekte bzw. in Bezug auf die gesamte Organisation dar.¹¹⁹ Eine Veröffentlichung konzentriert sich auf eine eingehende Analyse eines Vorgehensmodells einer einzelnen Organisation.¹²⁰ In einer

¹⁰⁶ vgl. Spitsberg, Brahmandam, Verti, & Coulston, 2013

¹⁰⁷ vgl. Ashton, 2020

¹⁰⁸ vgl. Rodriguez-Salvador & Castillo-Valdez, 2021

¹⁰⁹ vgl. Manzini, 2013

¹¹⁰ vgl. Schuh, Scholz, & Patzwald, 2019

¹¹¹ vgl. Spitsberg, Brahmandam, Verti, & Coulston, 2013

¹¹² vgl. Kerr & Phaal, 2018

¹¹³ vgl. Farrukh & Holgado, 2020

¹¹⁴ vgl. Kang, Wei, Liu, & Wang, 2021

¹¹⁵ vgl. Lee & Lee, 2013

¹¹⁶ vgl. Rana, Karlsson, & Falkman, 2017

¹¹⁷ vgl. Mikova & Sokolova, 2019

¹¹⁸ vgl. Mikova & Sokolova, 2019

¹¹⁹ vgl. Loh & Mortara, 2017

¹²⁰ vgl. Manzini, 2013

Veröffentlichung liegt der Fokus auf der Entwicklung eines Leitfadens zur gezielten Informationssammlung inklusive dessen Erprobung.¹²¹

Themenbereiche

Energie & Nachhaltigkeit

Es wurde nur eine relevante Veröffentlichung gefunden, welche sich explizit auf Technologien im Energiesektor bezieht. In dieser steht die Beschaffung externer Informationen durch Patentanalyse im Vordergrund.¹²² Eine Veröffentlichung bezieht sich konkret auf das Themengebiet der Carbon Capture and Storage Technologien und analysiert wiederum durch Patentanalyse deren Eignung zur Dekarbonisierung spezifischer Industriezweige.¹²³ Eine andere Veröffentlichung beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Modells, welches Nachhaltigkeitskriterien in die Technologiebewertung miteinbezieht.¹²⁴

3.2 Bedarfsableitung

Durch die systematische Literaturrecherche konnte ein weitreichender Überblick über die aktuelle Forschungslandschaft geschaffen werden, jedoch zeigen sich auch Aspekte, welche weniger genau erforscht sind.

Es existieren bereits verschiedene Modelle bzw. Leitfäden zur Durchführung der Technologiemonitoring-Aktivitäten, deren praktische Umsetzung zum Teil auch untersucht wurde.^{125,126,127,128,129} Jedoch sind diese Modelle im Allgemeinen sehr generisch und streben eine hohe Allgemeingültigkeit bei verschiedenen Organisationen an. Des Weiteren liegt der wissenschaftliche Fokus auf der Beschaffung und Nutzbarmachung von Informationsquellen mittels digitaler Technologien.^{130,131,132,133} Dadurch kommt den weiteren Aktivitäten wie

¹²¹ vgl. Kerr & Phaal, 2018

¹²² vgl. Lee & Lee, 2013

¹²³ vgl. Kang, Wei, Liu, & Wang, 2021

¹²⁴ vgl. Farrukh & Holgado, 2020

¹²⁵ vgl. Spitsberg, Brahmandam, Verti, & Coulston, 2013

¹²⁶ vgl. Ashton, 2020

¹²⁷ vgl. Rodriguez-Salvador & Castillo-Valdez, 2021

¹²⁸ vgl. Manzini, 2013

¹²⁹ vgl. Schuh, Scholz, & Patzwald, 2019

¹³⁰ vgl. Kang, Wei, Liu, & Wang, 2021

¹³¹ vgl. Lee & Lee, 2013

¹³² vgl. Rana, Karlsson, & Falkman, 2017

¹³³ vgl. Mikova & Sokolova, 2019

Technologiebewertung oder Kommunikation der Ergebnisse weniger Aufmerksamkeit zu. Forschungsbedarf zeigt sich in diesem Bereich vor allem in der Art und Weise der Anwendung der Modelle im realen Umfeld. Die Probleme und Herausforderungen beim wiederkehrenden Einsatz der Modelle im Unternehmensumfeld werden kaum behandelt.

Eine weitere Erkenntnis zur aktuellen Forschung ist, dass sich nur wenige Arbeiten mit den individuellen Voraussetzungen spezieller Technologiebereiche beschäftigen. Es fehlen Erkenntnisse darüber, wie Technologiemonitoring-Modelle an die speziellen Rahmenbedingungen von Energieversorgungsunternehmen angepasst werden können. Zu diesen zählen unter anderem der starke Einfluss von Politik und Regulatorik, die Sicherstellung der Versorgungssicherheit sowie die Notwendigkeit zur Dekarbonisierung. Es soll daher die Frage beantwortet werden, auf welche Weise vorhandene Modelle angepasst und angewandt werden können, um einen Nutzen für Energieversorgungsunternehmen erzielen zu können.

4. Entwicklung des Technologiemonitoring-Modells

In diesem Kapitel wird die Entwicklung des Technologiemonitoring-Modells dokumentiert. Dazu wird das gegenständliche Unternehmen vorgestellt, inklusive dessen Rahmenbedingungen und Umfeld. Anschließend werden die Anforderungen, welche das Unternehmen an ein erfolgreiches Technologiemonitoring-Modell stellt, aufgelistet und erläutert. Schließlich folgt die Zusammenführung der Erkenntnisse aus der Literaturrecherche sowie der Anforderungsanalyse zum finalen Modell inklusive der Beschreibung der durchzuführenden Aktivitäten.

4.1 Case Study

Beim vorliegenden Unternehmen handelt es sich um einen großen urbanen Energiedienstleister zu dessen Geschäftsfeldern unter anderem die Strom- und Wärmeerzeugung, Abfallverwertung, Telekommunikation, Elektromobilität sowie der Vertrieb von Strom, Erdgas, Wärme und Kälte zählen. Die Strom- und Wärmeproduktion erfolgt dabei vorwiegend in hocheffizienten kalorischen Kraftwerken bzw. in Müllverbrennungsanlagen mittels Kraft-Wärme-Kopplung. Daneben werden zur erneuerbaren Stromerzeugung mehrere Wasserkraftwerke, Windparks sowie Photovoltaikanlagen betrieben.

Die Vision des Unternehmens ist es, die klimaneutrale Energieversorgung zu sichern. Als Mission wird die Begeisterung und Vernetzung von Menschen mit klimafreundlichen und innovativen Energielösungen ausgerufen.

Das Unternehmen versteht sich in erster Linie nicht als Technologieentwickler, sondern als Technologieanwender, welcher Technologien erwirbt, betreibt und wartet.

Aufgrund von Fairness werden in weiterer Folge keine genauen Details aus dem Unternehmensumfeld bekannt gegeben.

4.1.1 Organisation des Unternehmens

Die Organisation des Unternehmens erfolgt in einem Stabliniensystem ergänzt durch Stabstellen, dargestellt in Form eines abstrahierten Organigramms in Abbildung 18.

Die Geschäftsbereiche sind aufgeteilt in einen kaufmännischen und einen technischen Bereich, wobei beide durch jeweils eine zuständige Geschäftsführung geleitet werden. Im kaufmännischen Geschäftsbereich werden alle Themen bearbeitet, welche direkt die Kunden betreffen, beispielsweise Vertrieb und Marketing, Finanzen, Controlling, etc. Der technische Geschäftsbereich beschäftigt sich neben dem Bau, Betrieb und der Wartung der vielfältigen Erzeugungsanlagen auch mit Forschungsthemen.

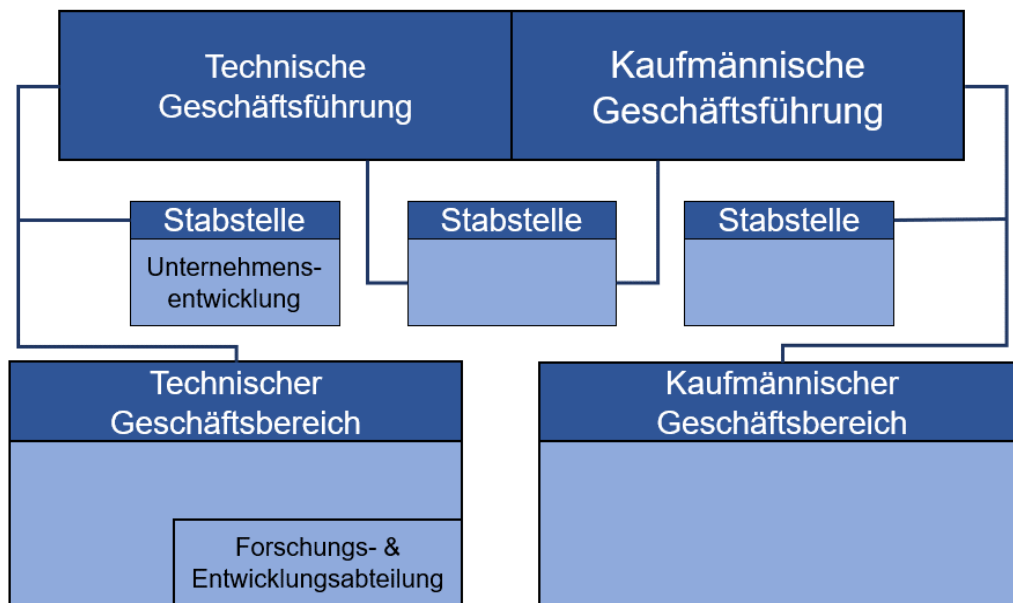


Abbildung 18 - Abstrahiertes Organigramm des untersuchten Unternehmens (Eigene Abbildung)

4.1.2 Ausgangssituation & Zielsetzung

Das Unternehmen steht vor einem drastischen Umbau des Anlagenparks von wenigen zentralen Betriebsstätten wie Gaskraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen hin zu diversifizierten Anlagen wie Windparks, PV-Anlagen oder Großwärmepumpen. Das Ziel der Dekarbonisierung der Energieversorgung bringt besondere Herausforderungen mit sich, welche durch den Einsatz und die Entwicklung von innovativen und zum Teil noch nicht im Einsatz befindlichen Technologien bewältigt werden sollen. Daraus hat sich intern die Notwendigkeit ergeben, Informationen über diese Technologien auf strukturierte Weise zu beschaffen, zu sammeln und zu evaluieren.

Die Ausgangssituation stellt sich so dar, dass sich die fachliche Expertise dezentral in den jeweiligen Fachabteilungen wiederfindet. Es gibt keine unternehmensweiten Standards zur Informationsbeschaffung oder -verwertung. Die endgültige Entscheidung über den Einsatz von Technologien liegt beim Management, welches durch Fachexperten unterstützt wird.

Die zentrale FuE-Abteilung, welche im technischen Geschäftsbereich angesiedelt ist, beschäftigt sich unter anderem mit der Koordinierung aller Forschungsaktivitäten, der Initiierung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten, der Erarbeitung und Umsetzung der Forschungsstrategie sowie mit dem Suchen, Beobachten und Bewerten neuer Technologien.

Die Forschungsstrategie wird auf Basis der Unternehmensstrategie, der Rahmenbedingungen sowie der technologischen Entwicklungen erarbeitet und alle drei Jahre aktualisiert. Sie stellt die Grundlage für den zukünftigen Forschungsbedarf und für abgeleitete Forschungsvorhaben dar.

Eine der Aufgaben der FuE-Abteilung ist die Beantwortung technologiebezogener Fragen aus dem Unternehmen. Zur Standardisierung wurde ein sogenannter Ad-Hoc Prozess entwickelt, um systematisches Vorgehen zu ermöglichen. Dieser Vorgang funktioniert gut für punktuelle Anfragen, ist aber in seinem Umfang nicht geeignet für ein umfassendes Monitoring von Technologien.

Die im Unternehmen vereinbarten Ziele sind in Abbildung 19 dargestellt. Angeführt sind der Titel des Projektauftrags sowie die detailliertere Projektbeschreibung, welche das Hauptziel des Projektes darstellt.

Projektauftrag: Entwicklung und Implementierung eines Technologiemonitoring-Prozesses
Projektbeschreibung: Entwicklung und Implementierung eines Prozesses zum systematischen Screenen und Einordnen von neuen, unternehmensrelevanten Technologien zur Kreislaufschließung & Dekarbonisierung der Energieversorgung

Abbildung 19 - Projektauftrag & Projektbeschreibung (Eigene Abbildung)

4.2 Anforderungsanalyse

An dieser Stelle wird auf Basis der formulierten Ziele sowie der organisatorischen Voraussetzungen die notwendige Ausprägung eines Technologiemonitorings im betrachteten Unternehmen formuliert. Diese Anforderungen stammen zum großen Teil aus dem Projektauftrag und aus Expertengesprächen mit der zuständigen FuE-Abteilung des Unternehmens bzw. aus Erstgesprächen mit den relevanten internen Stakeholdern. Aus der untersuchten Literatur ergeben sich zusätzliche Anforderungen

für das Gelingen eines solchen Prozesses. Die Anforderungen bzw. ausschlaggebende Faktoren, welche der Prozess für einen erfolgreichen Einsatz im Unternehmen erfüllen soll, sind Tabelle 8 zu entnehmen:

Tabelle 8 - Notwendige Merkmale für den erfolgreichen Einsatz eines Technologiemonitoring-Modells (Eigene Abbildung)

Merkmal 1 *Fokus auf Klassifizierung und Bewertung von Technologien*

Merkmal 2 *Trennung von organisatorischen und fachlichen Aktivitäten und Schaffung einer zentralen Koordinationsstelle*

Merkmal 3 *Sicherstellung der strategischen Relevanz des Modells*

Merkmal 4 *Eingrenzung der zu untersuchenden Technologien*

Merkmal 5 *Effiziente und einfache Anwendbarkeit*

- **Merkmal 1: Fokus auf Klassifizierung und Bewertung von Technologien**

Der Sektor der Energieversorgung unterscheidet sich von anderen technologieintensiven Branchen vor allem durch lange Planungszeiträume. Dadurch sinkt das Risiko neuartige Technologien zu „übersehen“. Wichtiger ist es, die bekannten Technologien zu kategorisieren und deren Einfluss auf das Unternehmen abschätzen zu können.

Die Kategorisierung von Technologien, bzw. die Identifikation von Suchfeldern ist deshalb relevant, weil man dadurch die Vergleichbarkeit verschiedener Technologien garantiert. Dies wird durch die Definition von Bewertungskriterien und Leistungskennzahlen innerhalb eines Feldes ermöglicht.

Weiters muss das Modell aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Geschäftsbereiche eine systematische Einteilung der Technologien in die jeweiligen Themenbereiche ermöglichen. Um eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse zu ermöglichen, bedarf es einer systematischen Gruppierung in geeignete Kategorien.

Der Teilbereich der Technologiebewertung ist deshalb im Modell von zentraler Bedeutung. Einerseits lässt sich durch die umfassende Bewertung von Technologien in Bezug auf deren allgemeine Leistungsfähigkeit feststellen, ob eine neue Technologie eine aktuell im Einsatz befindliche ablösen könnte. Man spricht in diesem

Fall von sogenannten disruptiven Technologien. Zum anderen soll durch eine subjektive, also unternehmensbezogene Bewertung von verschiedenen Technologien eine Grundlage zur strategischen Auswahl der zukünftig einzusetzenden Technologien geschaffen werden.

- **Merkmal 2: Trennung von organisatorischen und fachlichen Aktivitäten und Schaffung einer zentralen Koordinationsstelle**

Aufgrund der zeitlichen Auslastung der Fachexperten im Unternehmensalltag müssen diese von den organisatorischen und koordinierenden Aktivitäten des Modells entlastet werden. Die organisatorischen Aufgaben sollen dabei unter anderem die Terminfindung, die Organisation und Protokollierung sowie die Unterstützung der fachlichen Aktivitäten beinhalten. Als fachliche Aktivitäten werden all jene der Sammlung, Verarbeitung und Bewertung der wesentlichen Informationen verstanden.

Eine klare Verteilung der Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten im Unternehmen ist dabei ebenso wichtig wie die Verfügbarmachung von personellen Ressourcen, sowohl für die organisatorischen als auch für die fachlichen Aufgaben des Modells. Die Zuteilung von Arbeitsaufträgen erfolgt im betrachteten System über ein Stabliniensystem entlang der Weisungskette (siehe Abbildung 18). Daher ist es wichtig, dass das Modell in den relevanten Abteilungen bekannt gemacht und akzeptiert wird. Dazu müssen die Verantwortlichen einen Mehrwert für die eigene Abteilung aus dem Prozess erkennen können.

In Kapitel 2.4 wurde dargelegt, dass Lichtenthaler eine Unterteilung der Aktivitäten in strukturierte, informelle sowie hybride Aktivitäten festgestellt hat.¹³⁴ Dabei zeichnen sich die strukturierten Aufgaben durch klar definierte Tätigkeitsfelder und Verantwortlichkeiten aus. Von hybrider Koordination spricht man, wenn bestimmte Projekte von begrenzter Dauer umgesetzt werden. Dies wird ergänzt durch informelle Aktivitäten einer oder mehrerer Aufgaben, welche ohne feste Strukturen und ohne klare Zielsetzungen stattfinden. Dazu zählen Marketingmaßnahmen oder das Vernetzen von Akteuren. Die konkret durchzuführenden Schritte des Modells sollen in dieser Sichtweise als strukturierte Aktivitäten konzipiert werden, um deren Nachvollziehbarkeit und Kontrolle gewährleisten zu können. Die unterstützenden

¹³⁴ vgl. Lichtenthaler, 2004, S. 200 ff.

informellen bzw. hybriden Aktivitäten sollen nicht explizit geplant, sondern im Ermessen der Beteiligten durchgeführt werden.

Weiters gilt es laut Lichtenthaler den Einfluss der Unternehmenskultur bzw. die Art und Weise der Entscheidungsfindung zu beachten.¹³⁵ Im Wesentlichen wird dabei der Einfluss der Unternehmenskultur und der Marktdynamik auf die Integration der Koordinationsmechanismen unterschieden. Bei dynamischen Märkten und dezentralen Entscheidungswegen lässt sich ein Multi-Node Ansatz beobachten, bei dem die Aktivitäten des Technologiemonitorings in unterschiedlichen Unternehmensebenen ohne stringente Vorgaben durchgeführt werden. Im Gegensatz dazu bedienen sich Unternehmen mit zentralisierten Entscheidungswegen in stabilen Märkten eher dem sogenannten Single-Node Ansatz, bei dem die Aktivitäten von einer zentralen Stelle aus koordiniert werden. Im Hinblick auf den Einsatz von Technologien zeichnet sich das betrachtete Unternehmen durch ein stabiles Umfeld aus. Der Sektor der Energie- und Wärmeversorgung ist grundsätzlich sehr kapitalintensiv und von der Entwicklung bis zur Umsetzung braucht es viel Zeit. Daher ergibt sich klar die Notwendigkeit der Umsetzung des Single-Node Ansatz mit der damit einhergehenden Notwendigkeit einer zentralen Koordinationsstelle.

- **Merkmal 3: Sicherstellung der strategischen Relevanz des Modells**

Es muss sichergestellt werden, dass der Fokus auf Technologien aus relevanten Geschäftsbereichen liegt. Deswegen soll die Unternehmensstrategie bzw. die daraus abgeleitete Forschungsstrategie des betrachteten Unternehmens die Ausgangsbasis für die Auswahl der zu untersuchenden Technologiefelder bilden. Auf diese Weise kann die Relevanz der zu untersuchenden Technologien sichergestellt werden.

Wie in Kapitel 2.5.1 ersichtlich betont Spath in diesem Kontext, dass die Strategie und das aktuelle Technologieportfolio die Suchfelder vorgeben sollen. Diese Reduktion des Betrachtungsraumes und Konzentration auf das Wesentliche soll vor allem die Überladung mit Informationen verhindern.¹³⁶

Die Ergebnisse des Modells sollen als Entscheidungsgrundlage für die zukünftige strategische Ausrichtung des Technologieportfolios dienen. Es besteht aber nicht der Anspruch, dass jedwede Entscheidung über den Einsatz einer spezifischen

¹³⁵ vgl. Lichtenthaler, 2004, S. 200 ff.

¹³⁶ vgl. Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010

Technologie durch das Modell gestützt sein muss. Vielmehr sollen die Erkenntnisse eine fundierte Diskussionsgrundlage für die Geschäftsführung und andere Entscheidungsträger bilden.

- **Merkmal 4: Eingrenzung der zu untersuchenden Technologien**

Im Allgemeinen nutzen Energieversorger bereits erprobte und bewährte Technologien, um ihre Kunden mit Strom und Wärme zu versorgen. Dabei gilt es so gut wie möglich die Versorgungssicherheit zu garantieren. Aus diesem Grund versteht sich das gegenständliche Unternehmen in seiner Funktion in erster Linie als Technologieanwender und weniger als Technologieentwickler. Zwar werden Forschungsprojekte in verschiedenen Bereichen vorangetrieben, nichtsdestotrotz erfolgt der tatsächliche Einsatz von Technologien, welche im Energiesektor eine sehr lange Lebensdauer haben, erst nach Bestätigung der dauernden Eignung.

Ein besonderer Fokus wurde beim Projektauftrag und in den frühen Entwicklungsphasen immer wieder betont, nämlich dass ausschließlich Technologien der nachhaltigen und umweltfreundlichen Energie- und Wärmeversorgung untersucht werden sollen.

Ein zusätzliches Kriterium zur Eingrenzung der Technologien stellt der Standort im urbanen Umfeld dar. Dies führt zum Ausschluss von Technologien, welche besonders viel Platz oder spezielle geologische Voraussetzungen benötigen, wie etwa Pumpspeicherkraftwerke.

Das Modell grenzt sich aufgrund dieser Umstände primär auf Technologien ab einem gewissen Entwicklungsstand ein. Konkret bedeutet dies, dass Technologien für die systematische Beobachtung in Betracht kommen, wenn sie einen TRL von mehr als 5 aufweisen. Also laut Tabelle 2, wenn bereits ein Versuchsaufbau in der Einsatzumgebung vorhanden ist, an dem die Qualifikation für den Dauereinsatz erprobt werden kann.¹³⁷

Darüber hinaus gilt für die Abgrenzung von Technologien innerhalb des Modells, dass Technologien, welche nicht im spezifischen Kernbereich der Energieversorgung angesiedelt sind, nicht miteinbezogen werden sollen. Explizit ausgenommen sind dadurch Digitalisierungsthemen wie Künstliche Intelligenz oder Big Data Analyse.

¹³⁷ vgl. Mankins, 1995

- **Merkmal 5: Effiziente und einfache Anwendbarkeit**

Das Modell muss so konzipiert werden, dass die durchzuführenden Aktivitäten und Methoden möglichst einfach und verständlich gestaltet sind. Im Normalfall ist der Unternehmensalltag durch knapp bemessene Zeitressourcen geprägt, weshalb die Aktivitäten nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen sollten und diese zusätzlich zu den Alltagsaufgaben durchführbar sein sollen.

Die durchzuführenden Aktivitäten im Modell müssen sowohl für Fachexperten als auch für die koordinierenden Mitarbeiter simpel und wiederholbar konzipiert sein. Das Modell wird unternehmensintern unter Leitung der FuE-Abteilung entwickelt und implementiert. Für den Testlauf sowie für die erste Zeit der Anwendung des Modells werden keine zusätzlichen Personalressourcen zur Verfügung gestellt, weswegen eine einfache Anwendbarkeit unabdingbar ist.

Durch eine effiziente Gestaltung der Aktivitäten lassen sich in weiterer Folge eine höhere Zahl an Suchfeldern und Technologien untersuchen, wodurch man wiederum eine breitere Entscheidungsbasis für das Management schafft.

Eine Überladung durch ständiges Einpflegen von Informationen von verschiedenen Seiten ist zu vermeiden. Eine regelmäßige Aktualisierung des Wissensstandes ist einzuplanen, um Veränderungen in relevanten Technologien wahrzunehmen, jedoch soll keine unnötige Zusatzbelastung durch aufwändige Datenbankpflege entstehen.

4.3 Erarbeitung des Modells

In diesem Abschnitt wird die Entwicklung des Modells aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Literaturrecherche und der Anforderungsanalyse dokumentiert. Dabei wird versucht, möglichst nachvollziehbar darzulegen, auf welche Weise man zu diesen Ergebnissen gekommen ist.

Aus wissenschaftlicher Sicht wurde für die Entwicklung und Implementierung des Modells der Ansatz der impliziten Form der Integration gewählt. Dabei wird das Modell intern entwickelt und im Unternehmen bekannt gemacht. Auf diese Weise kann mit geringem Ressourceneinsatz gearbeitet werden, jedoch setzt dies eine hohe Kooperationsbereitschaft voraus, da keine direkte Weisungsbefugnis besteht.

Generell lassen sich mit einem Monitoring, also dem ständigen Beobachten eines Systems aus Sicht des Unternehmens sowohl noch nicht bekannte Technologien finden und einordnen als auch bereits im Einsatz befindliche Technologien laufend evaluieren. Gleichzeitig dient die systematische Bewertung als Ausgangsbasis für die strategische Auswahl von passenden Technologien für den weiteren Aufbau eines zukunftsfähigen Anlagenparks. Dabei zeichnet sich das Monitoring im Vergleich zu anderen Aktivitäten der Technologie-Intelligenz, wie Scouting oder Scanning, vor allem durch unlimitierte Betrachtungszeiträume, festgelegte Suchfelder sowie einer Inside-Out Perspektive aus (siehe Abbildung 20).

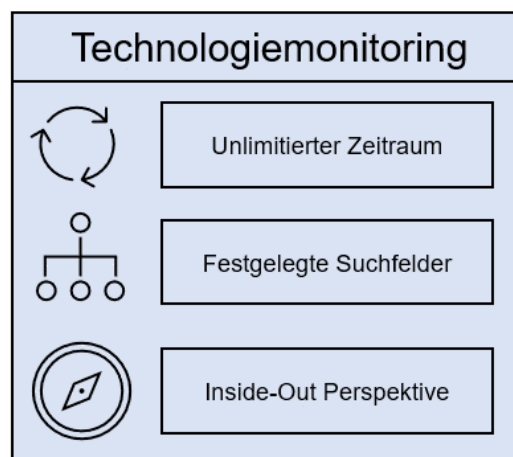


Abbildung 20 - Hauptmerkmale des entwickelten Modells (Eigene Abbildung)

Wie in den theoretischen Grundlagen dargestellt gibt es generische Technologiemonitoring-Modelle zur individuellen Umsetzung in Unternehmen. Zur Umsetzung im gegenständlichen Unternehmen wurden dazu Ansätze aus den

verschiedenen Modellen kombiniert, um den gefundenen Anforderungen zu entsprechen.

Das Grundgerüst stellt eine Kombination der Modelle von Wellensiek¹³⁸ und Spath¹³⁹ dar (siehe Abbildung 21).

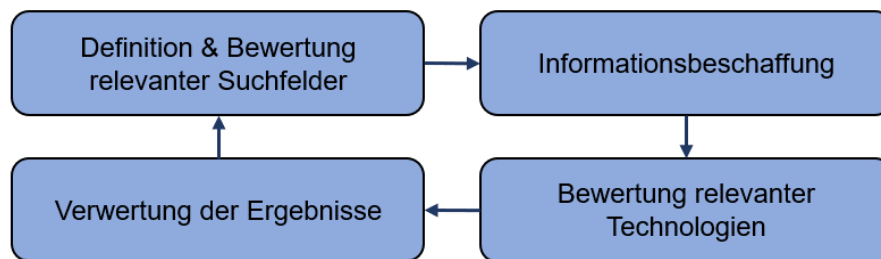


Abbildung 21 - Grundgerüst für Technologiemonitoring (Eigene Abbildung in Anlehnung an Wellensiek & Spath)

Es handelt sich um einen geschlossenen Kreislauf, welcher aus den vier Phasen Definition & Bewertung relevanter Suchfelder, Informationssammlung, Bewertung relevanter Technologien sowie Verwertung der Ergebnisse besteht. Ein Hauptmerkmal ist der geschlossene Kreislauf, welcher verdeutlicht, dass die Ergebnisse des Technologiemonitorings wiederum als Ausgangsbasis zur Identifikation der Suchfelder dienen. Durch die Durchführung in Form eines geschlossenen Kreislaufs wird eine systematische, zeitlich unbegrenzte und iterative Vorgehensweise ermöglicht.

Für den erfolgreichen Einsatz im Unternehmen muss das Modell in weiterer Folge auf die individuellen Anforderungen angepasst werden. Brenner betont in seiner Arbeit, dass erst die Verbesserung der Entscheidungsfindung durch objektive Erkenntnisse den Aufwand für die Monitoring-Aktivitäten rechtfertigt.¹⁴⁰ Das Monitoring soll also nicht rein aus Interesse oder Selbstzweck durchgeführt werden, sondern soll im Unternehmen umsetzbare Chancen aufzeigen. Im Zuge der Anforderungsanalyse wurde außerdem die Notwendigkeit der strategischen Relevanz des Modells hervorgehoben. Zu diesem Zweck sollen im entwickelten Modell die Ergebnisse aus den Aktivitäten effizient weitergegeben und nutzbar gemacht werden (siehe Abbildung 22). Die Erkenntnisse werden den strategischen Führungskräften zugänglich gemacht und eine zusätzliche Informationsquelle bei der zukünftigen strategischen Ausrichtung

¹³⁸ vgl. Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 102

¹³⁹ vgl. Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010, S. 10

¹⁴⁰ vgl. Brenner, 1996, S. 6

darstellen. Die Unternehmensstrategie wird wiederum unter anderem stark von den politischen sowie regulatorischen Rahmenbedingungen geprägt.

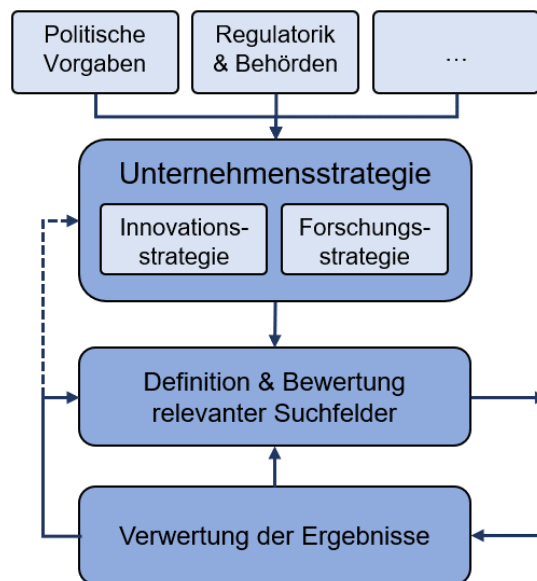


Abbildung 22 – Entwickeltes Technologiemonitoring-Modell: Einfluss der Unternehmensstrategie und Rückkopplung der Ergebnisse (Eigene Abbildung)

Im gegenständlichen Unternehmen hat sich gezeigt, dass die Aktivität der Informationssammlung weniger Aufwand verursacht. Die Abteilung Innovationsmanagement ist darauf ausgerichtet, externe für das Unternehmen relevante Informationen zu sammeln und zu verarbeiten. Außerdem ist im Sektor der Energieversorgung durch die sehr langen Planungszeiträume bis zum Einsatz von Technologien die Gefahr, disruptive Veränderungen zu übersehen, geringer als in anderen Bereichen. Wenn die im Unternehmen zur Verfügung stehenden Informationen nicht ausreichen, wird explizit eine Detailanalyse veranlasst, welche in Form von Studien oder gezielten Recherchen erfolgen kann. Im entwickelten Modell wurde die Auswahl der zu untersuchenden Technologien als explizite Aufgabe festgelegt und in die Phase der Informationsbeschaffung mitaufgenommen.

Aufgrund strenger regulatorischer Vorgaben sowie hoher Investitionssummen und langer Planungszeiträume im Energiesektor muss ein besonderer Fokus auf eine fundierte Bewertung von Suchfeldern und Technologien gelegt werden. Speziell ist hierbei, dass nicht wie in anderen Modellen üblicherweise nur Technologien bewertet werden, sondern auch die definierten Suchfelder, um deren strategische Relevanz zu erörtern. Dies geschieht aufgrund der diversen Geschäftsfelder, in denen das Unternehmen tätig ist.

In Abbildung 23 ist die Weiterentwicklung des Modells im Hinblick auf Technologieauswahl und Informationsbeschaffung bzw. Bewertung relevanter Technologien dargestellt. Dabei wurde im Vergleich zum Grundgerüst die Aktivität der Informationsbeschaffung um die Technologieauswahl ergänzt. Hierbei werden also zu den festgelegten Suchfeldern Technologien ausgewählt und es werden Informationen dazu gesammelt.

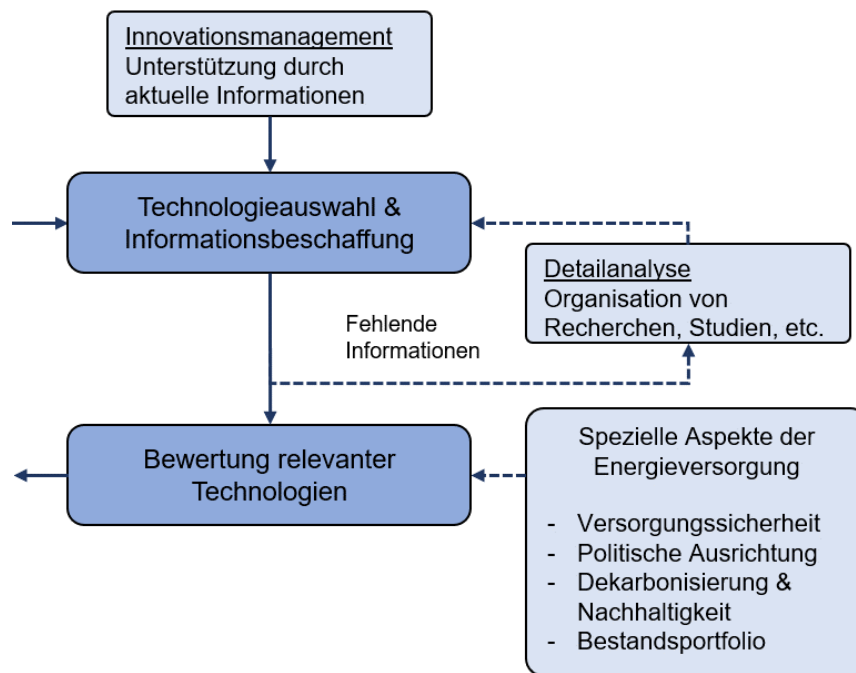


Abbildung 23 – Entwickeltes Technologiemonitoring-Modell: Input Innovationsmanagement, Detailanalysen und spezielle Aspekte der Energieversorgung (Eigene Abbildung)

TU
WIEN
bibliothek
Your knowledge hub

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

```

graph TD
    A[Politische Vorgaben] --> C[Unternehmensstrategie]
    B[Regulatorik & Behörden] --> C
    D[...] --> C
    C --> E[Definition & Bewertung relevanter Suchfelder]
    F[Innovationsmanagement  
Unterstützung durch aktuelle Informationen] --> G[Technologieauswahl & Informationsbeschaffung]
    E --> G
    G --> H[Bewertung relevanter Technologien]
    H --> I[Verwertung der Ergebnisse]
    I --> E
    G -.-> J[Detailanalyse Organisation von Recherchen, Studien, etc.]
    J -.-> G
    K[Fehlende Informationen] -.-> J
    L[Spezielle Aspekte der Energieversorgung] -.-> H

```

Politische Vorgaben

Regulatorik & Behörden

...

Unternehmensstrategie

Innovationsstrategie

Forschungsstrategie

Innovationsmanagement
Unterstützung durch aktuelle Informationen

Definition & Bewertung relevanter Suchfelder

- Definition von und Evaluation der strategischen Relevanz der Suchfelder
- Bestimmung von speziellen Bewertungskriterien & KPIs zur Evaluation der Technologien

Technologieauswahl & Informationsbeschaffung

- Auswahl der zu untersuchenden Technologien
- Zusammentragen und Aufbereiten von internen & Beschaffen von externen Informationen zu Technologien

Detailanalyse
Organisation von Recherchen, Studien, etc.

Fehlende Informationen

Bewertung relevanter Technologien

- Organisation von Bewertungsworkshops durch ProVer
- Multikriterielle Bewertung durch TechEx-Team

Verwertung der Ergebnisse

- Aufbereitung & Darstellung der Ergebnisse
- Regelmäßiges Updaten des Managements & der Mitarbeiter

Spezielle Aspekte der Energieversorgung

- Versorgungssicherheit
- Politische Ausrichtung
- Dekarbonisierung & Nachhaltigkeit
- Bestandsportfolio

Bei den vier Aktivitätsphasen orientiert sich das Modell am 4-Phasen-Modell von Spath. Durch die Anpassung an die Anforderungen des Unternehmens haben sich folgende Aspekte ergeben:

Diese Aktivität ist der Ausgangspunkt der einzelnen Iterationen des Modells. Ausgehend von der Unternehmensstrategie, werden Suchfelder festgelegt, in welchen relevante Veränderungen für die Geschäftstätigkeit erwartet werden. Zur gezielten Aufteilung der Ressourcen werden die ausgewählten Suchfelder im Hinblick auf verschiedene Faktoren bewertet. Weiters werden für jedes Suchfeld individuelle Bewertungskriterien und KPIs festgelegt, um eine objektive Bewertung von Technologien untereinander zu ermöglichen.

- **Technologieauswahl & Informationsbeschaffung**

In weiterer Folge werden die zu untersuchenden Technologien in den zuvor bestimmten Suchfeldern ausgewählt. Dafür sind die jeweiligen unternehmensinternen Fachexperten zuständig, wobei sie dabei von der Abteilung Innovationsmanagement unterstützt werden. Zusätzlich werden Informationen zu den Technologien gesammelt und für die Bewertung aufbereitet. Dazu wird das intern zur Verfügung stehende Wissen zusammengetragen und wenn nötig werden Detailanalysen durchgeführt oder in Auftrag gegeben.

- **Bewertung relevanter Technologien**

Die Bewertung der Technologien ist ein zentrales Element im entwickelten Modell. Hierzu werden die aufbereiteten Informationen in Form von Workshops durch Experten gesichtet und daraus eine Bewertung abgeleitet. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf speziellen Aspekten der Energieversorgung. Dazu muss die Bewertung im Hinblick auf politische Vorgaben, Nachhaltigkeit, aber auch auf das bestehende Bestandsportfolio erfolgen.

- **Verwertung der Ergebnisse**

Um die erarbeiteten Ergebnisse nutzbar zu machen, werden diese grafisch aufbereitet. In Form von regelmäßigen Präsentationen werden die Ergebnisse dem Management sowie interessierten Mitarbeitern zugänglich gemacht.

Ein Überblick über die Ergebnisse des entwickelten Modells ist in Abbildung 25 dargestellt.

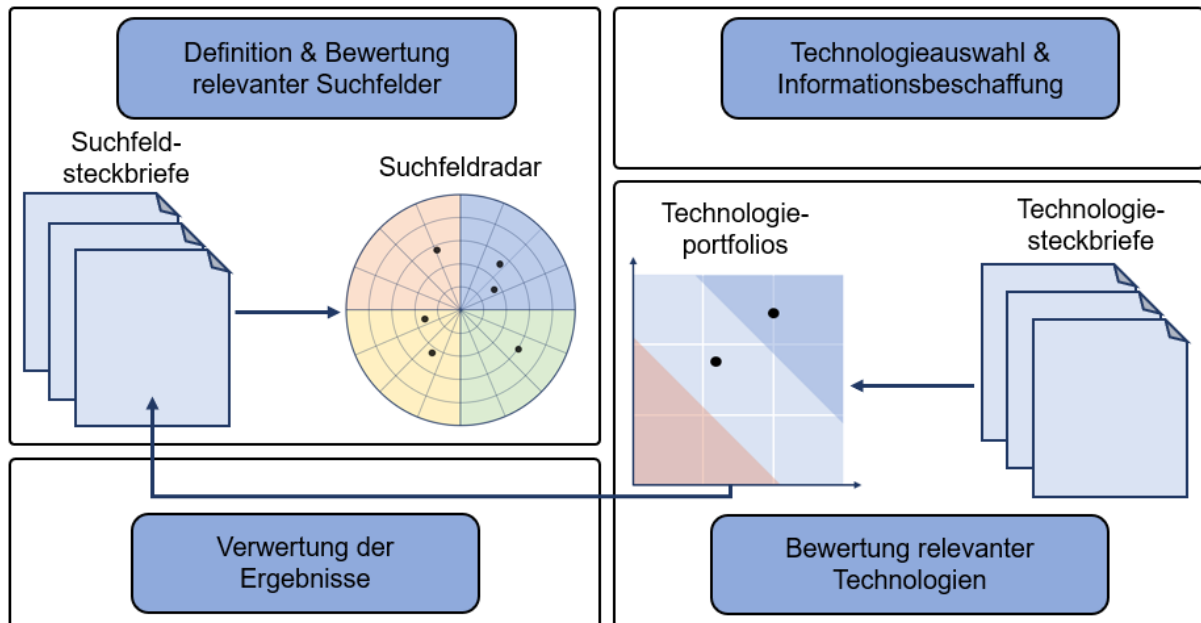


Abbildung 25 – Entwickeltes Technologiemonitoring-Modell: Ergebnisse der Aktivitäten (Eigene Abbildung)

Die Bewertung der Suchfelder ergibt die sogenannten Suchfeldsteckbriefe. Diese sind wiederum übersichtlich im Suchfeldradar abgebildet. Die Bewertung der einzelnen Technologien ergibt die Technologiesteckbriefe. Diese Technologien werden innerhalb der jeweiligen Suchfelder in Form von Technologieportfolios gegenübergestellt. Diese Technologieportfolios werden nach der Technologiebewertung, sowie der Erstellung der Technologiesteckbriefe, in den Suchfeldsteckbriefen ergänzt.

4.5 Aktivitäten des TechMo

Das entwickelte Modell legt einen klaren Fokus auf eine strukturierte Vorgehensweise in Form der vier Phasen. Die jeweiligen Aktivitäten werden in den folgenden Unterkapiteln im Detail erläutert. Für einen einfachen und wiederholbaren Prozess wurden die Verantwortlichkeiten der durchzuführenden Aktivitäten aufgeteilt:

- **Koordinierende Tätigkeiten**
 - Koordination der fachlichen Aktivitäten
 - Abstimmung und Austausch mit TechEx
 - Organisation, Leitung und Protokollierung der Bewertungs-Workshops
- **Fachliche Tätigkeiten**
 - Sammeln interner Informationen

- Beschaffen externer Informationen
- Ausarbeitung eines Bewertungsvorschlags als Vorbereitung für Bewertungsworkshops
- Teilnahme an Bewertungsworkshops

4.5.1 Definition und Bewertung relevanter Suchfelder

Die Definition und Bewertung relevanter Suchfelder wird in Form einer Arbeitsgruppe einmal pro Jahr durchgeführt. In dieser Arbeitsgruppe sind die technische Geschäftsführung, die Geschäftsbereichsleitung für den technischen Bereich, die Unternehmensentwicklung sowie die Abteilungsleitung der F&E-Abteilung vertreten (siehe Abbildung 26).

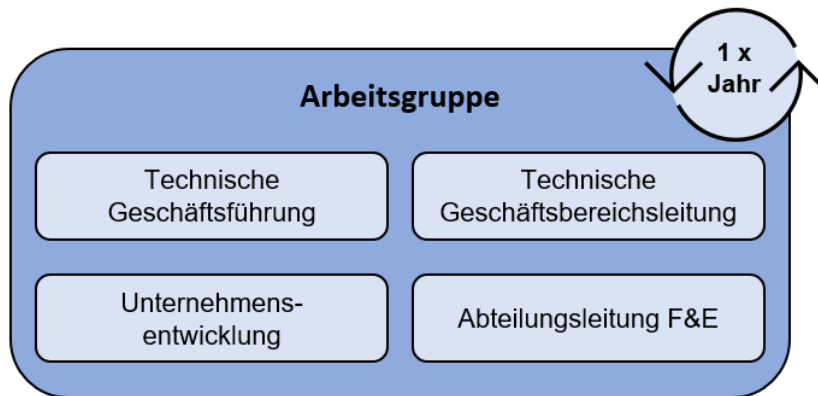


Abbildung 26 - Arbeitsgruppe Suchfelddefinition (Eigene Abbildung)

Die Ausgangsbasis dafür bilden die Unternehmensstrategie, das bestehende Anlagenportfolio, sowie politische Vorgaben. Bei der Modellentwicklung hat sich gezeigt, dass dieser Vorgang wenig systematisiert werden kann und viel Erfahrung der beteiligten Akteure voraussetzt. Die Anzahl der Suchfelder, welche detaillierter betrachtet werden, ist dabei durch die personellen Ressourcen begrenzt. Aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Geschäftsfelder, in denen das Unternehmen tätig ist, wird eine zusätzliche Unterscheidung in Cluster eine Ebene über den Suchfeldern notwendig. In weiterer Folge werden die Suchfelder in Form von Workshops bewertet. Die organisatorischen Aufgaben der Bewertung werden dabei von einem zentralen Prozessverantwortlichen übernommen. Zur Vorbereitung auf die Workshops werden in der Arbeitsgruppe die zuständigen Fachexperten bestimmt. Diese tragen vorhandene Informationen, Recherche- und Studienergebnisse zusammen. Dabei orientieren sich die Fachexperten am Leitfaden zur Suchfeldbewertung (siehe Tabelle 9). Die Informationen müssen dabei mindestens in solcher Qualität zur Verfügung gestellt werden, sodass eine Bewertung wie im Leitfaden vorgegeben, möglich ist.

Tabelle 9 - Leitfaden zur Bewertung von Suchfeldern (Eigene Abbildung)

Suchfeldbewertung – Leitfaden				
1	Autoren			
	Wer führt die Suchfeldbewertung durch?			
2	Zuständigkeit (Experten)			
	Welche Expert*innen sollten (bei zukünftigen Bewertungen von Technologien) in diesem Suchfeld involviert werden? Anmerkung: idealerweise 3-4 Personen			
3	Suchfeld-Bezeichnung			
	z.B. Erneuerbare Wasserstoff-Erzeugung, CO ₂ -Abscheidung, ...			
4	Cluster Zuordnung			
	Zu welchem Cluster kann dieses Suchfeld zugeordnet werden? • Wasserstoff • Kohlenstoff • Kreislaufwirtschaft • Dezentrale Wärme & Kälte • ...			
5	Motivation für das Suchfeld			
	Warum soll das Suchfeld in das TechMo aufgenommen werden? Relevanz und Potential für das Unternehmen?			
6	Relevante Technologien			
	Spezifischer Anwendungsfall? z.B. beim Suchfeld CO ₂ -Abscheidung: Technologien für Abscheidung von CO ₂ aus Punktquellen			
8	Strategischer Fit			
	Passt das Suchfeld zur aktuellen strategischen Ausrichtung? Bewertung ist aufgeteilt in Technologischer Fit und Business Model Fit.			
	Technologischer Fit	+1	+2	+3
		Sehr niedrig	Niedrig	Hoch
	Passt das Suchfeld zur technologischen Ausrichtung des Unternehmens? Hat das Unternehmen Knowhow in diesem Bereich?			
	Business Model Fit	+1	+2	+3
		Sehr niedrig	Niedrig	Hoch
	Kann ein vorhandenes Geschäftsmodell verbessert oder ein neues Geschäftsmodell geschaffen werden?			

9	Anmerkung zur Bewertung „Strategischer Fit“				
10	Dringlichkeit				
	Ist dieses Suchfeld dringend notwendig? Ist zu erwarten, dass die Technologien in diesem Suchfeld in den nächsten 3 Jahren eine relevante technologische Reife aufweisen können?				
	Dringlichkeit	+1 Sehr niedrig	+2 Niedrig	+3 Hoch	+4 Sehr hoch
11	Anmerkung zur Bewertung „Dringlichkeit“				
12	Marktpotential				
	Leitfragen zum Marktpotential: • Marktgröße (Gesamtumsatz aller Teilnehmer des bestehenden Marktes) • Marktprofitabilität (durchschnittlicher Gewinn am Markt dividiert durch den Gesamtumsatz des Marktes) • Marktwachstum (Wachstumsrate per anno) • Marktkonzentration (Wie umkämpft ist der Markt?)				
	Marktpotential	+1 Sehr niedrig	+2 Niedrig	+3 Hoch	+4 Sehr hoch
13	Anmerkung zur Bewertung „Marktpotential“				
14	Nachhaltigkeit				
	Helfen die Technologien im Suchfeld bei der Dekarbonisierung/Kreislaufschließung (z.B. direkte Kreislaufschließung, weniger CO ₂ -Fußabdruck als durch State-of-the-Art Technologie)?				
	Nachhaltigkeit	+1 Sehr niedrig	+2 Niedrig	+3 Hoch	+4 Sehr hoch
15	Anmerkung zur Bewertung „Nachhaltigkeit“				
16	Spezifische Kriterien				
	Welche Kriterien sollen in diesem konkreten Suchfeld bei der Bewertung der relevanten Technologien jedenfalls berücksichtigt werden? Z.B. €/MWh, €/t CO ₂				
17	Informationsquellen				
	Mögliche (formale und informale) Quellen, um relevante Technologien für dieses Suchfeld screenen zu können?				

Suchfeldsteckbrief

Das Ergebnis der Suchfeldbewertung ist ein ausgefüllter Suchfeldsteckbrief, welcher generelle Informationen, Einschätzungen, Bewertungen und notwendige KPIs zur Vergleichbarkeit der einzelnen Technologien beinhaltet. Außerdem beinhaltet der Suchfeldsteckbrief ein Technologieportfolio, welches später im Workflow erstellt wird. Die Vorlage für den Suchfeld-Steckbrief ist in Abbildung 27 dargestellt.

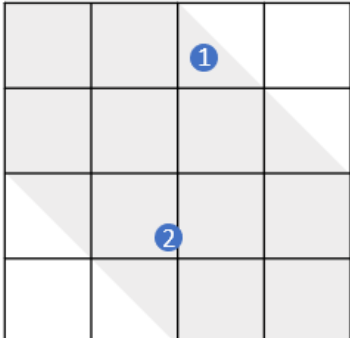
Suchfeld-Steckbrief:			
Cluster	Autor	Zuständigkeit	Datum
Motivation		Relevante Technologien	
Strategischer Fit			
Technologischer Fit	Business Model Fit	Anmerkung	
			
Dringlichkeit	Anmerkung		
			
Marktpotenzial	Anmerkung		
			
Nachhaltigkeit	Anmerkung		
			
Spezifische Kriterien & KPIs		Informationsquellen	
Technologieportfolio			
 Interne Sicht Externe Sicht		① Technologie 1 ② Technologie 2	

Abbildung 27 – Vorlage Suchfeld-Steckbrief (Eigene Abbildung)

- **Suchfeldradar**

Zur übersichtlichen Darstellung der einzelnen Cluster und Suchfelder wird ein Suchfeldradar abgeleitet. Diese Form der Darstellung ermöglicht einen schnellen und simplen Überblick über die Suchfelder, deren jeweilige Zuordnung zu den Clustern sowie deren Dringlichkeit. Eine beispielhafte Vorlage dazu ist in Abbildung 28 abgebildet.

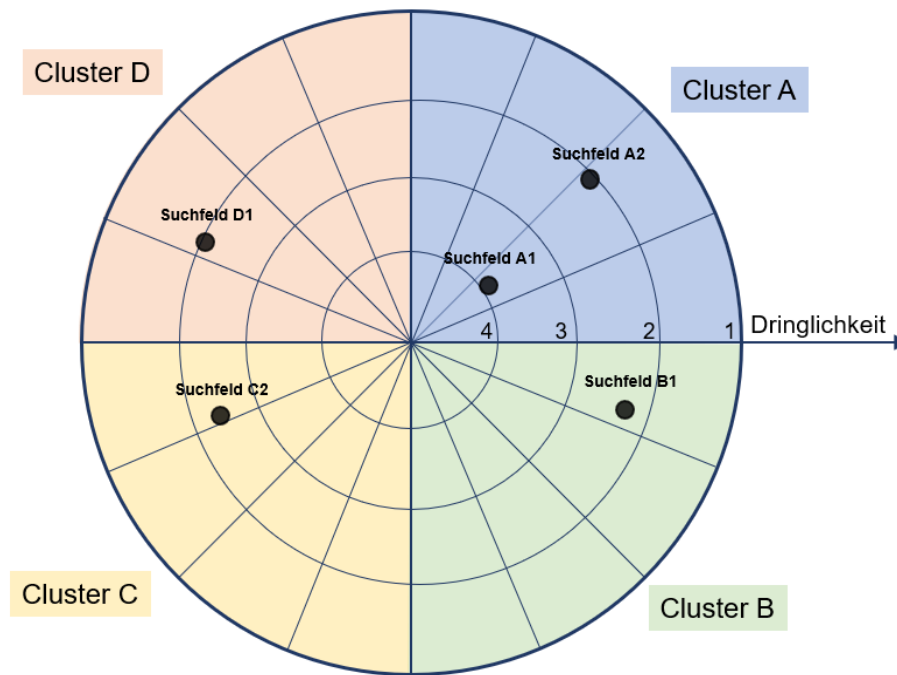


Abbildung 28 – Beispielhafter Suchfeldradar (Eigene Abbildung)

Zusätzliche Merkmale könnte man im Suchfeldradar beispielsweise über die Form und Farbe der Markierungen implementieren. Dies wird im entwickelten Modell jedoch nicht angestrebt, da der Fokus auf der Schaffung eines Überblicks liegt und weniger auf hohem Informationsgehalt.

4.5.2 Technologieauswahl & Informationsbeschaffung

Die Hauptaufgaben in dieser Phase sind:

- **Auswahl der zu untersuchenden Technologien**

Die Auswahl der zu untersuchenden Technologien wird im Anschluss an die Suchfelddefinition in Form einer Arbeitsgruppe durchgeführt. In dieser Arbeitsgruppe sind die Abteilungsleitung der Forschungs- und Entwicklungsabteilung, sowie der für das Suchfeld zuständige Fachexperte (siehe Abbildung 29).



Abbildung 29 - Arbeitsgruppe Technologieauswahl (Eigene Abbildung)

Mögliche Merkmale, welche die Untersuchung einer Technologie notwendig machen, sind beispielsweise besondere Leistungsfähigkeit innerhalb des Suchfelds, die Entwicklung eines neuen Geschäftsfeldes oder relevante technische Neu- bzw. Weiterentwicklungen. Das Vorgehen bei der Auswahl ist schwer zu standardisieren und hängt stark von der Dynamik des Suchfeldes ab. Wesentlich zur Auswahl der Technologien ist auch das implizite Wissen der erfahrenen Fachexperten im Unternehmen zu technologischen Weiterentwicklungen.

- **Informationsbeschaffung**

Der zuständige Fachexperte ist für die Informationssammlung als Vorarbeit zur Technologiebewertung verantwortlich. Die Beschaffung der notwendigen Informationen orientiert sich dabei in Qualität und Quantität am Leitfaden zur Technologiebewertung (siehe 4.5.3).

Es soll eine Wissensbasis zum Zweck der nachfolgenden Bewertung geschaffen werden. Dazu werden von den zuständigen Experten die im Unternehmen zur Verfügung stehenden Informationen gesammelt. Wenn sich zeigt, dass den Fachexperten nicht ausreichend Informationen zur Verfügung stehen, so wird eine Detailrecherche durchgeführt oder in Auftrag gegeben. Dies kann beispielsweise in Form von internen Expertenbefragungen, durch intensive Recherche von Publikationen und Fachzeitschriften oder durch die Koordination von Studien erfolgen.

Um eine hohe Vergleichbarkeit der einzelnen Technologien zu garantieren, sollten die Daten in gleichbleibender Qualität aufbereitet werden. Ist dies aufgrund fehlender Ergebnisse oder Erfahrung nicht möglich, so muss dieser Umstand dokumentiert werden. Wenn die gesammelten Informationen nicht ausreichen, um in weiterer Folge eine Technologiebewertung durchführen zu können, so muss diese Aktivität wiederholt werden, bis dies möglich ist.

4.5.3 Bewertung relevanter Technologien

Diese Phase des Modells beschäftigt sich mit der Bewertung der definierten Technologien auf Basis des gesammelten Wissens. Dabei bedarf es einer möglichst systematischen und objektiven Bewertung, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die strategische Auswahl von Technologien bilden zu können.

Vorgehen zur Bewertung von Technologien:

Die Bewertung erfolgt in Form von Workshops, an denen ein Prozessverantwortlicher und Fachexperten teilnehmen. In diesen Workshops wird nach dem Leitfaden zur Technologiebewertung vorgegangen (siehe Tabelle 10). Zur Vorbereitung erarbeiten die zuständigen Fachexperten Bewertungsvorschläge, welche dann im Workshop diskutiert werden. Es wird versucht, gemeinsam eine Einigung auf den Bewertungsvorschlag zu erzielen bzw. falls nötig eine Änderung der Bewertung vorzunehmen. Gelingt dies nicht, so bestimmt der zuständige Fachexperte die endgültige Bewertung.

Bei der gewählten Form der Bewertungsmethode handelt es sich um eine Expertenbefragung. Diese Methode hat den Vorteil, dass sie ohne viel Aufwand anwendbar ist und die Fachexpertise von verschiedenen Experten widerspiegelt. Die Ergebnisse aus diesem Schritt stellen eine gesammelte Expertenmeinung dar, ergänzt um qualitative Bewertungen in Form der suchfeldspezifischen KPIs.

Wesentliche Kriterien der Technologiebewertung im Modell

Im Folgenden werden die allgemeinen Kriterien erläutert, an denen sich Technologien messen lassen müssen. Zu jedem dieser Kriterien wird eine Bewertung abgegeben.

Interne Sicht – Wie gut passt die Technologie zum Unternehmen?

- **Strategische Relevanz**

Die strategische Ausrichtung des Unternehmens ist der zentrale Aspekt zur Abschätzung, ob eine Technologie in das zukünftige Anlagenportfolio passt. Die Bewertung erfolgt je nach Eignung der Technologie, die strategischen Ziele zu erreichen. Die strategische Relevanz der Technologien unterscheidet sich vom strategischen Fit der Suchfelder. Es ist beispielsweise möglich, dass ein Suchfeld aus strategischer Sicht bearbeitet werden muss, dass jedoch einzelne Technologien aufgrund der Rahmenbedingungen keine strategische Relevanz haben. Ein Beispiel: Suchfeld „Energiespeicher“ mit sehr gutem strategischen Fit und die Technologie „Pumpspeicherkraftwerke“ mit geringer strategischer Relevanz.

- **Politik und Regulatorik**

Im Sektor der Energieversorgung müssen zahlreiche politische bzw. regulatorische Bedingungen erfüllt werden. Diese Bewertung zielt darauf ab einzuordnen, inwieweit eine Technologie politischen Vorgaben bzw. Gesetzen entspricht. Dies gilt vor allem im Bereich der urbanen Energieversorgung, da die Energiepolitik der Stadt den gesetzlichen Rahmen für das Unternehmen vorgibt.

- **Ressourcenverfügbarkeit**

Bezieht sich auf die Menge und Art der materiellen, finanziellen, personellen und zeitlichen Ressourcen, die für die Entwicklung, Implementierung und den Betrieb einer bestimmten Technologie erforderlich sind. Fehlende finanzielle Mittel, Fachkräfte oder Materialien können den Einsatz einer Technologie behindern.

Externe Sicht – Was bietet die Technologie?

- **Wirtschaftlichkeit**

Die Bewertung des wirtschaftlichen Potenzials einer Technologie berücksichtigt das Umsatzpotenzial, den Investmentbedarf sowie die Opportunitätskosten. Es muss die Frage beantwortet werden, ob bzw. wie sehr sich der Einsatz einer Technologie rentiert. Hier gilt es, die wirtschaftlichen Aspekte abzuschätzen, da bei einer detaillierteren Betrachtung ohnehin der interne Zinsfuß in Form einer Kennzahl berechnet werden muss.

- **Leistungsfähigkeit**

Der Faktor der Leistungsfähigkeit beschreibt, wie stark eine Technologie im Vergleich zu anderen im selben Suchfeld ist. Hier wird allgemein bewertet, wie gut eine Technologie performt. Es gilt die Frage zu beantworten, wie groß das

Potenzial einer Technologie ist, um den konkreten Anforderungen einer bestimmten Geschäftstätigkeit gerecht zu werden.

- **Verfügbarkeit**

Hier muss abgeschätzt werden, inwiefern die notwendigen Materialien und externen Partner zur Implementierung einer Technologie vorhanden sind. Dabei müssen noch notwendige Entwicklungszeiten sowie Planungs- und Lieferzeiten mitbedacht werden.

- **Hebel für Dekarbonisierung**

Hierbei wird der Nutzen, den eine Technologie im Hinblick auf die Dekarbonisierung des Anlagenportfolios bringt, bewertet. Dabei darf nicht nur auf die Technologie selbst Bezug genommen werden, sondern es müssen die zusätzlich benötigten Anlagen mitbedacht werden.

Die Bewertung der Technologien erfolgt dabei nach einem systematischen Schema, bei dem nach einem Leitfaden vorgegangen wird (siehe Tabelle 10). Neben allgemeinen Informationen sind dabei vor allem die oben angeführten Kriterien nach einem Punktesystem von +1 (sehr niedrig) bis +4 (sehr hoch) zu bewerten. Die verschiedenen Kriterien sind zusammengefasst in die Kategorien interne und externe Sicht. Der Gesamtfaktor K_{gesamt} für die jeweils interne sowie externe Sicht errechnet sich aus dem Mittelwert der einzelnen Faktoren K_i in Abhängigkeit der Anzahl m der Faktoren (siehe Formel 1).

$$K_{gesamt} = \frac{1}{m} * \sum_{i=1}^m K_i$$

Formel 1 - Gesamtfaktor der Bewertung für interne und externe Sicht

Tabelle 10 - Leitfaden zur Bewertung von Technologien (Eigene Abbildung)

Technologiebewertung – Leitfaden				
1	Autoren			
	Wer führt die Technologiebewertung durch?			
2	Zuständigkeit (Experten)			
	Wer sind die internen Ansprechpersonen für diese Technologie?			
3	Technologie-Bezeichnung			
	Genaue Bezeichnung der Technologie			
4	Technologie-Beschreibung			
	Kurze Beschreibung zu Funktionsweise und Einsatzmöglichkeit der Technologie			
5	Relevante Unterlagen zur Beschreibung der Technologie			
	Datenblätter, Diagramme, Grafiken usw.			
6	Cluster Zuordnung			
	Zu welchem Cluster kann diese Technologie zugeordnet werden? • Wasserstoff • Kohlenstoff • Kreislaufwirtschaft • Dezentrale Wärme & Kälte • ...			
7	Suchfeld Zuordnung			
	Zu welchem Suchfeld kann diese Technologie zugeordnet werden? z.B. Cluster: Wasserstoff • Erzeugung grüner Wasserstoff • Wasserstoff-Einsatz KWK (Grünes Kraftwerk) • Brennstoffzelle • Wasserstoff-Speicherung (technisch)			
8	Bewertung – Interne Sicht			
	Wie gut passt die Technologie zum Unternehmen?			
	Strategische Relevanz	+1	+2	+3
		Sehr niedrig	Niedrig	Hoch
	Wie gut passt die Technologie zur technologischen Ausrichtung des Unternehmens? Stichworte: Dekarbonisierung, Kreislaufschließung und Versorgungssicherheit			
	Politik und Regulatorik	+1	+2	+3
		Sehr niedrig	Niedrig	Hoch
	Sehr hoch			

	Wie gut passt die Technologie zum Unternehmen im Hinblick auf rechtliche und regulatorische Vorgaben?				
	Ressourcen-verfügbarkeit	Sehr niedrig +1	Niedrig +2	Hoch +3	Sehr hoch +4
	Wie gut passt die Technologie zum Unternehmen im Hinblick auf finanzielle, personelle, standort- und anlagenspezifische Rahmenbedingungen?				
9	Anmerkung zur Bewertung „Interne Sicht“				
10	Bewertung – Externe Sicht				
	Was bietet die Technologie?				
	Wirtschaftlichkeit	+1 Sehr niedrig	+2 Niedrig	+3 Hoch	+4 Sehr hoch
	Wie kann die Wirtschaftlichkeit der Technologie bewertet werden, im Hinblick auf Umsatzpotential, Investmentbedarf und Opportunitätskosten?				
	Leistungs-fähigkeit	+1 Sehr niedrig	+2 Niedrig	+3 Hoch	+4 Sehr hoch
	Wie hoch ist die Leistungsfähigkeit und Skalierbarkeit der Technologie?				
	Verfügbarkeit	+1 Sehr niedrig	+2 Niedrig	+3 Hoch	+4 Sehr hoch
	Wie ist die Verfügbarkeit der Technologie einzuschätzen? Wie verfügbar sind notwendige Partner?				
	Hebel Dekarbonisierung	+1 Sehr niedrig	+2 Niedrig	+3 Hoch	+4 Sehr hoch
	Welchen Nutzen bringt die Technologie im Hinblick auf Dekarbonisierung und Kreislaufschließung?				
11	Anmerkung zur Bewertung „Externe Sicht“				
12	Bewertung – TRL & suchfeldspezifische Kennzahlen				
	TRL, KPI 1, KPI 2, ...				
13	Relevante Projekte & Ansprechpersonen				
	Gab oder gibt es bereits Projekte und/oder Ansprechpersonen im Unternehmen, die sich mit dieser Technologie beschäftigt haben?				
14	Literatur & weiterführende Informationen				
	Gibt es hilfreiche Literatur bzw. weiterführende Informationen zu diesem Thema?				

Technologiesteckbrief

Die gesammelten Informationen sowie die Ergebnisse der Technologiebewertung werden in Form eines Technologiesteckbriefs aufgearbeitet. Der Fokus liegt dabei auf der detaillierten Bewertung der internen und externen Faktoren der Technologien, sowie der Bewertung der zuvor definierten suchfeldspezifischen KPIs. Die Hauptaufgabe des Technologiesteckbriefs ist die Darstellung relevanter Informationen und Einschätzungen. Die Details und Anmerkungen zu den Bewertungen findet man im ausgefüllten Leitfaden der Technologiebewertung. Die Vorlage für den Suchfeld-Steckbrief ist in Abbildung 30 dargestellt.

Technologie-Steckbrief:													
Cluster		Suchfeld		Interne Experten					Datum				
Beschreibung				TRL – Technology Readiness Level									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Interne Sicht		?/4,0		Externe Sicht					?/4,0				
Strategische Relevanz				Wirtschaftlichkeit									
Politik & Regulatorik				Leistungsfähigkeit									
Ressourcen- verfügbarkeit				Verfügbarkeit									
				Hebel Dekarbonisierung									
0		1	2	3	4	0		1	2	3	4		
Spezifische Kriterien & KPIs													
KPI 1		Anmerkung											
KPI 2		Anmerkung											

Abbildung 30 – Vorlage Technologie-Steckbrief (Eigene Abbildung)

Technologieportfolio

In weiterer Folge wird der jeweilige Durchschnitt aus den Unterfaktoren bestimmt, welcher die Gesamtbewertung für die interne bzw. externe Sicht darstellt. Daraus ergeben sich zwei Werte pro Technologie, welche in Form eines Technologieportfolios gegenübergestellt werden. Dadurch wird eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse in einem Portfoliodiagramm ermöglicht, siehe Abbildung 31.

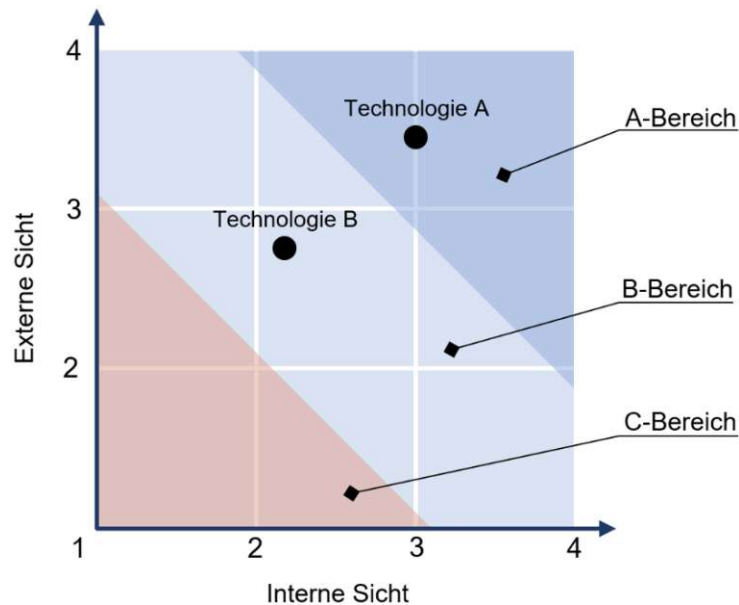


Abbildung 31 - Beispielhaftes Technologieportfolio (Eigene Abbildung)

In diesem Diagramm können auf einen Blick die Bewertungen verschiedener Technologien innerhalb eines Suchfelds dargestellt werden. Das Portfolio ist aufgeteilt in die drei Bereiche A, B und C.

A-Bereich: Die Technologien in diesem Bereich werden intensiv untersucht und deren zukünftige Implementierung im Unternehmen wird angestrebt. Je nach technologischem bzw. kommerziellen Reifegrad der Technologie wird sie im Unternehmen zur Anwendung gebracht oder es werden Forschungsaktivitäten initiiert.

B-Bereich: Es wird fallweise entschieden ob die Technologien zum Einsatz kommen. In Abhängigkeit der personellen und budgetären Ressourcen wird von den zuständigen Entscheidungsträgern über Erforschung bzw. Einsatz der Technologie entschieden.

C-Bereich: Durch die niedrige Ressourcenstärke und gleichzeitig schwache Technologieattraktivität zeigt sich, dass diese Technologien für den zukünftigen Einsatz nicht infrage kommen.

4.5.4 Verwertung der Ergebnisse

Die in den vorangegangenen Aktivitäten gewonnenen Erkenntnisse werden in weiterer Folge für alle interessierten Mitarbeiter und Führungskräfte zugänglich gemacht. Es wird eine vertiefende Kommunikation mit relevanten internen Stakeholdern mit Entscheidungsbefugnis angestrebt. Dazu sollen Erkenntnisse aus den gesammelten Informationen sowie der durchgeführten Bewertung diskutiert werden und somit als Entscheidungsgrundlage für die strategische Ausrichtung dienen.

Die Grundlage der Kommunikation stellt dabei ein intern frei zugänglicher Technologiemonitoring-Bericht dar. Der Bericht (siehe Abbildung 25) setzt sich zusammen aus:

- Suchfeldradar
Als Überblick über die für das Unternehmen relevanten Suchfelder, sowie deren Dringlichkeit.
- Suchfeldsteckbriefe (inkl. Technologieportfolios)
Detaillierte Analyse relevanter Suchfelder inklusive Technologieportfolios als übersichtliche Gegenüberstellung einzelner Technologien innerhalb der Suchfelder.
- Technologiesteckbriefe
Detaillierte Analyse der untersuchten Technologien inklusive Bewertung und KPIs.

Dieser Bericht soll zweimal jährlich in Technologiemonitoring-Workshops den oberen drei zuständigen Führungsebenen präsentiert werden. In diesen Workshops werden gemeinsam mit den zuständigen Fachexperten die wesentlichen Erkenntnisse besprochen, sowie Handlungsempfehlungen ausgearbeitet. Diese Rückkoppelung der Ergebnisse soll als Unterstützung für die Ausarbeitung der zukünftigen Unternehmensstrategie dienen. Außerdem soll das gesammelte Wissen bzw. die ermittelten Bewertungen von Suchfeldern und Technologien als Einflussgröße für die Definition relevanter Suchfelder in der nächsten Iteration dienen.

4.6 Rollen im Modell

Zur konkreten Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte wurden folgende Rollen definiert, welchen die Verantwortung der Aufgabenerfüllung zugeteilt wird.



Der ProVer (Abk.: Prozessverantwortlicher) stellt die zentrale Koordinationsstelle des Prozesses dar. Er ist Hauptansprechpartner und somit verantwortlich für die Organisation der Tätigkeiten in den einzelnen Prozessphasen. Außerdem fungiert er als Schnittstelle zwischen dem Management und den Fachexperten. Zu den weiteren Aufgaben zählt außerdem die kontinuierliche Evaluation und Weiterentwicklung des Modells selbst.



In der Rolle des TechEx (Abk.: Technologieexperte) ist man vor allem für die Erfüllung der fachbezogenen Aufgaben zuständig. Dazu zählen etwa das Sammeln und Aufbereiten von technologiebezogenen Informationen, die fachliche Koordination von Detailanalysen und das Einbringen der fachlichen Expertise. Es gibt für jedes Suchfeld einen verantwortlichen TechEx, welcher vom ProVer in Abstimmung mit der zuständigen Fachabteilung bestimmt wird.



Das TechEx-Team setzt sich aus mehreren Fachexperten zusammen. Die Zusammensetzung erfolgt direkt bei der Suchfelddefinition in Abstimmung mit den zuständigen Führungskräften. Die Hauptaufgaben des TechEx-Teams bestehen im Wesentlichen aus dem Sammeln von Informationen, der Teilnahme an Workshops zur Identifikation und Einschätzung von Suchfeldern bzw. der Bewertung von Technologien.

5. Anwendung des Modells

Im Anschluss an die Entwicklung des Modells wurde es in Form eines Testlaufs anhand praktischer Beispiele erprobt. Die Ergebnisse des Testlaufs sowie die Erkenntnisse für das Modell werden in diesem Kapitel dokumentiert.

Zunächst wurde das Technologiemonitoring-Modell zu internen Marketingzwecken in Form der Abkürzung TechMo betitelt. Zusätzlich wurde zur Erhöhung des Wiedererkennungswertes ein Logo entwickelt (siehe Abbildung 32).



Abbildung 32 - TechMo Logo (Eigene Abbildung)

In weiterer Folge wurde den in Zukunft beteiligten Akteuren ein Überblick über das Modell sowie dessen Ziele gegeben. Bei diesen Gesprächsrunden wurde versucht, das Projekt bekannt zu machen, um die interne Akzeptanz zu steigern, damit in weiterer Folge aktiv daran mitgewirkt wird.

5.1 Testlauf

In einem ersten Schritt wurde von der F&E-Abteilung in Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachexperten ein erster Vorschlag für eine Auswahl von zu untersuchenden Clustern und dazugehörigen Suchfeldern erarbeitet (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11 – Auswahl von möglichen Clustern & Suchfeldern (Eigene Abbildung)

Cluster	Suchfeld 1	Suchfeld 2	Suchfeld 3	...
Wasserstoff	H ₂ -Erzeugung	H ₂ -Speicher	H ₂ -Transport	...
Kohlenstoff	CO ₂ -Abscheidung	CO ₂ -Nutzung	CO ₂ -Transport	...
Wärmespeicher	Latente Wärmespeicher	Saisonale Wärmespeicher	Chemische Wärmespeicher	...
Kreislaufwirtschaft	...	...	...	...
Dezentrale Wärme & Kälte	...	...	...	...
...	...	...	...	...

Die Auswahl der zu untersuchenden Suchfelder und Technologien für den Testlauf wurde in Abstimmung mit dem Management auf Basis der strategischen Ausrichtung der Forschungsaktivitäten bestimmt (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12 - Ausgewählte Suchfelder und Technologie für den Testlauf (Eigene Abbildung)

Cluster	Suchfeld	Technologie
Wasserstoff	Erneuerbare H ₂ -Erzeugung	PEM-Elektrolyse
		Hochtemperaturelektrolyse
Kohlenstoff	CO ₂ -Abscheidung	Aminwäsche
		Membranverfahren

Es wurden von Seiten des ProVer die zuständigen Fachexperten aus den Abteilungen bestimmt und informiert. Bei einem Workshop-Termin wurde das TechMo-Modell bzw. dessen aktueller Entwicklungsstand erneut vorgestellt, anschließend wurden die Aktivitäten des Modells für die genannten Suchfelder und Technologien durchgespielt. Dazu wurden in diesem Workshop die Informationen zu den oben genannten Suchfeldern und Technologien zusammengetragen. Zusätzlich wurden die Bewertungen gemeinsam durchgeführt und in den jeweiligen Steckbriefen dokumentiert. Die Ergebnisse aus dem Testlauf sind im Folgenden dokumentiert.

Suchfeldradar

In Abbildung 33 ist das Suchfeldradar dargestellt, welches sich aus den Suchfeldbewertungen im Testlauf ergibt¹⁴¹.

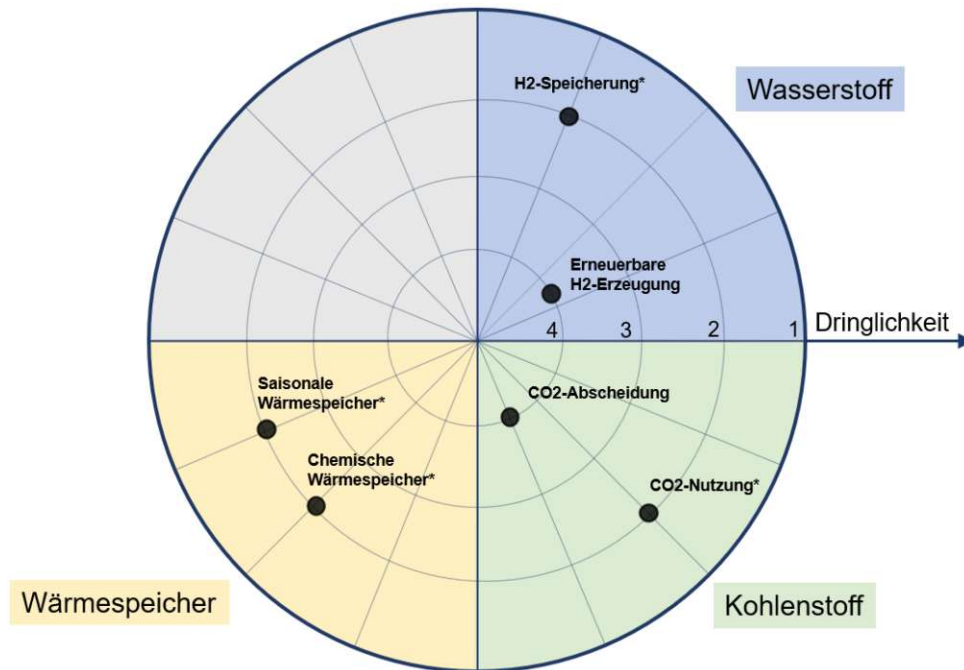


Abbildung 33 – Suchfeldradar (Eigene Abbildung)

Es sind die drei Cluster Wasserstoff, Kohlenstoff sowie Wärmespeicher mit den jeweiligen Suchfeldern dargestellt. Dadurch wird ein schneller Überblick über die zeitliche Nähe der jeweiligen Technologiebereiche ermöglicht. Es zeigt sich, dass sowohl die Suchfelder Erneuerbare H₂-Erzeugung als auch CO₂-Abscheidung zeitlich am dringendsten zu bearbeiten sind. Zeitlich weiter entfernt, aber absehbar sind die Bereiche H₂-Speicherung, CO₂-Nutzung, sowie die Suchfelder saisonale Wärmespeicher und chemische Wärmespeicher.

Die Ergebnisse in diesem Suchfeldradar ergeben sich aus den folgenden Bewertungen der einzelnen Suchfelder.

¹⁴¹ Es wird darauf hingewiesen, dass im Zuge des Testlaufs lediglich die Suchfelder Erneuerbare H₂-Erzeugung und CO₂-Abscheidung genauer untersucht wurden. Die Bewertung der Dringlichkeit für die anderen abgebildeten Suchfelder (mit * markiert) ist zum Zweck der besseren Veranschaulichung des Suchfeldradars grob eingeschätzt worden.

Suchfeld: Erneuerbare Wasserstofferzeugung

In Abbildung 34 sind allgemeine Informationen, die Motivation zur Untersuchung des Suchfelds sowie die Fokussierung auf spezielle Inhalte und die Abgrenzung zu nicht relevanten Technologien oder Anwendungsfeldern dokumentiert.

Suchfeld-Steckbrief: Erneuerbare Wasserstofferzeugung			
Cluster	Autor	Zuständigkeit	Datum
Wasserstoff	M. Mustermann	M. Mustermann	01.01.2023
Motivation		Relevante Technologien	
Wasserstoff ermöglicht die Dekarbonisierung in den Kraftwerken und der Mobilität und ist strategisch bereits verankert		Technologien zur grünen Erzeugung (Definition laut nationaler H ₂ -Strategie) Bis ca. 10 MW Insbesondere Elektrolyse	

Abbildung 34 - Suchfeldsteckbrief: Erneuerbare H₂-Erzeugung - Allgemeines (Eigene Abbildung)

In Abbildung 35 sind die Ergebnisse der Suchfeldbewertung dokumentiert. Die Technologien zur erneuerbaren Wasserstofferzeugung passen sowohl aus wirtschaftlicher, als auch technologischer Sicht gut zum Unternehmen. Hervorzuheben sind die spezifischen Kriterien, an denen sich die Technologien im Suchfeld bewerten lassen müssen.

Strategischer Fit		
Technologischer Fit	Business Model Fit	Anmerkung
		Bereits Errichtung eigener Anlagen; Eigene H ₂ -Strategie; Eigene Abteilung für Umsetzung/Aufbau des Geschäftsfeldes
Dringlichkeit	Anmerkung	
	Notwendig für die Umsetzung/Zielerreichung der Strategie	
Marktpotenzial	Anmerkung	
	Benötigte Mengen an grünem Wasserstoff sind enorm; Grüner Wasserstoff essenziell als Energieträger für die Dekarbonisierung	
Nachhaltigkeit	Anmerkung	
	Nachhaltigkeit durch Fokus auf grünen Wasserstoff sichergestellt	
Spezifische Kriterien & KPIs		Informationsquellen
€/t H ₂ , kWh _{el} /t H ₂		N/A

Abbildung 35 - Suchfeldsteckbrief: Erneuerbare H₂-Erzeugung – Bewertung (Eigene Abbildung)

Technologieportfolio: Erneuerbare Wasserstofferzeugung

Den Abschluss des Suchfeldsteckbriefs bildet das Technologieportfolio, in welchem die Bewertungen der internen Sicht und externen Sicht der jeweiligen Technologien abgebildet werden (siehe Abbildung 36).

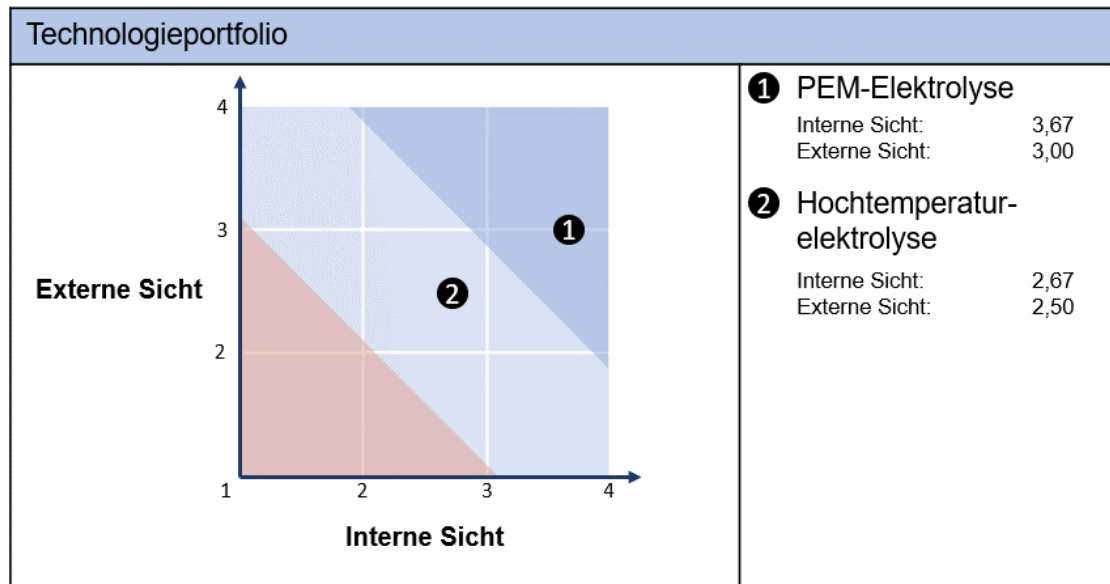


Abbildung 36 – Suchfeldsteckbrief: Erneuerbare H₂-Erzeugung – Technologieportfolio (Eigene Abbildung)

Aus dem Technologieportfolio lässt sich auf einen Blick erkennen, dass aus Sicht des Unternehmens die PEM-Elektrolyse die aktuell besser geeignete Technologie zur Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff darstellt. Die PEM-Elektrolyse soll möglichst zeitnah in einer Pilotanlage zum Einsatz kommen. Die Hochtemperaturelektrolyse wird weiter beobachtet und im Hinblick auf mögliche zukünftige Einsatzzwecke evaluiert.

Die Ergebnisse in diesem Technologieportfolio ergeben sich aus den folgenden Bewertungen der einzelnen Technologien.

Technologie: PEM-Elektrolyse

In Abbildung 37 ist der Technologiesteckbrief der PEM-Elektrolyse dokumentiert.¹⁴² Die Technologie ist ausgereift und in der Industrie bereits im Einsatz (TRL 9).

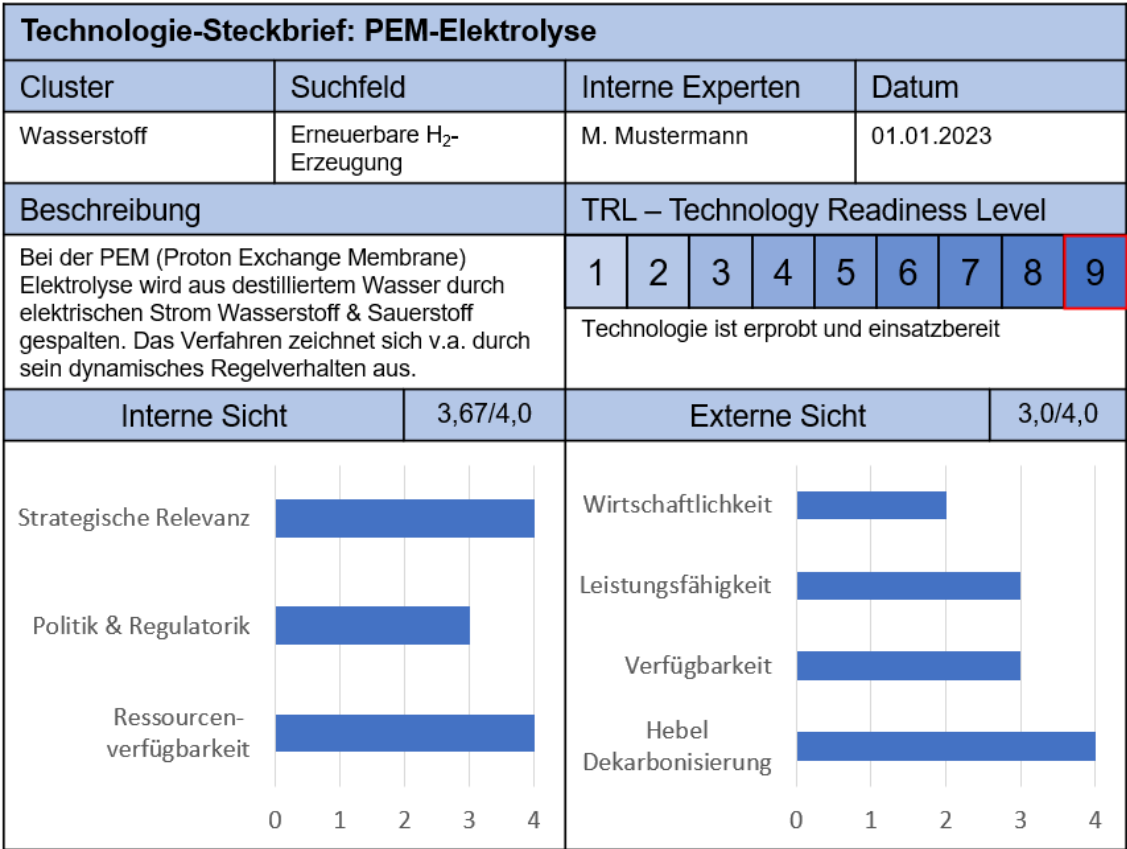


Abbildung 37 – Technologiesteckbrief: PEM-Elektrolyse (Eigene Abbildung)

Die strategische Relevanz ist aufgrund der Ausrichtung des Unternehmens in Richtung Wasserstoff recht hoch. Die Politik arbeitet an einer nationalen Wasserstoff-Strategie, jedoch gibt es noch regulatorische Hürden bei der Erzeugung. Die Ressourcenverfügbarkeit ist ebenso sehr hoch, da man den für die Elektrolyse benötigten Strom selbst produzieren kann und das Know-how im Bereich Stromerzeugung und Stromvermarktung gegeben ist. Die Erzeugung von grünem Wasserstoff ist zurzeit nicht einfach wirtschaftlich darzustellen. Im Vergleich zu anderen Elektrolyseverfahren ist die PEM-Elektrolyse mittelmäßig effizient dafür im Betrieb dynamisch regelbar, was sich in der Bewertung der Leistungsfähigkeit zeigt. Die Verfügbarkeit ist gut, da es Auftragnehmer gibt, welche Anlagen liefern können, jedoch nach wie vor in eingeschränktem Ausmaß. Der Hebel für die Dekarbonisierung ist sehr gut aufgrund der Sicherstellung der Verwendung von erneuerbaren Strom.

¹⁴² Es dürfen im Rahmen dieser Arbeit keine unternehmensinterne Informationen zu den spezifischen Kriterien (z.b. €/t H₂) dokumentiert werden.

Technologie: Hochtemperaturelektrolyse

In Abbildung 38 der Technologiesteckbrief der Hochtemperaturelektrolyse dokumentiert.¹⁴³ Es befinden sich Prototypen der Technologie im Einsatz (TRL 7).

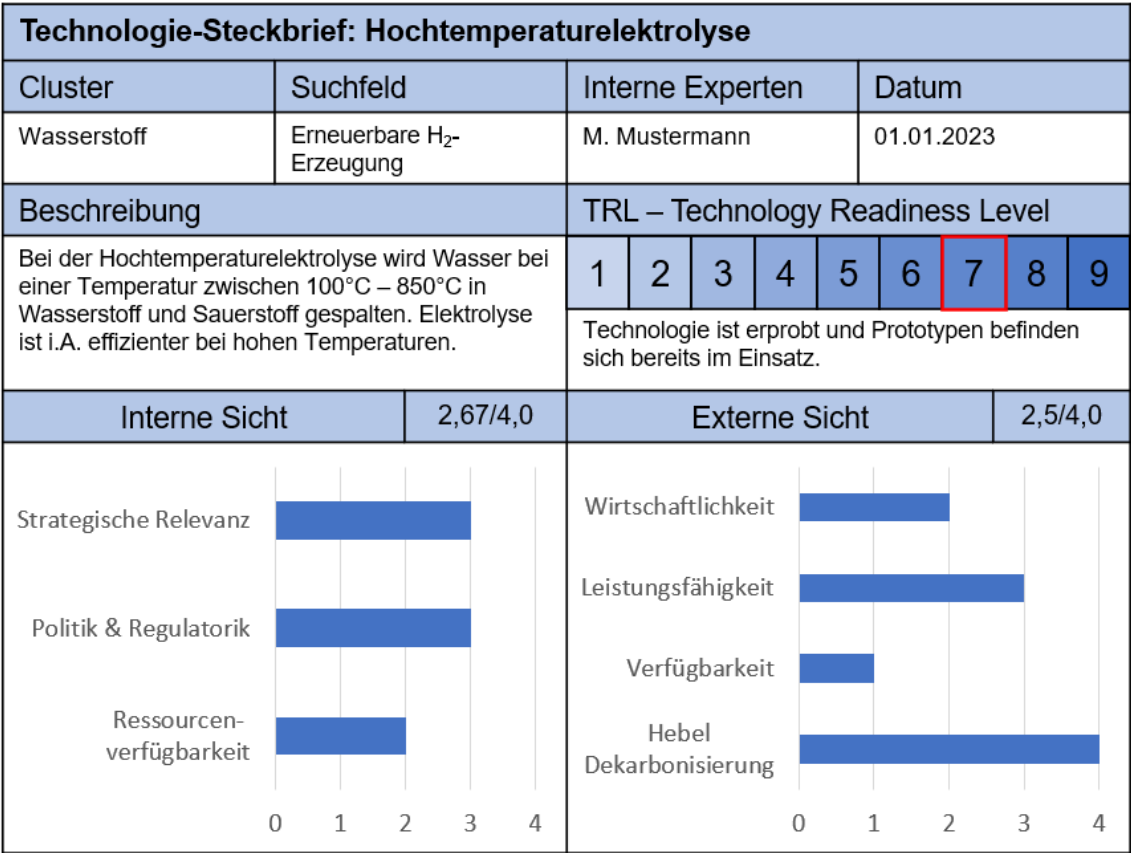


Abbildung 38 - Technologiesteckbrief: Hochtemparaturelektrolyse (Eigene Abbildung)

Die strategische Relevanz ist aufgrund der Ausrichtung des Unternehmens in Richtung Wasserstoff recht hoch. Jedoch werden aus strategischer Sicht die anfallenden Wärmequellen, welche zur Anwendung dieser Technologie benötigt werden, vor allem im Winter, anderweitig eingesetzt. Die Politik arbeitet an einer nationalen Wasserstoff-Strategie, jedoch gibt es noch regulatorische Hürden bei der Erzeugung. Die Ressourcenverfügbarkeit ist aufgrund fehlender Wärmemengen nicht stark. Die Wasserstofferzeugung ist zurzeit nicht einfach wirtschaftlich zu vollziehen. Die Leistungsfähigkeit ist aufgrund der hohen Gesamteffizienz dieser Technologie gut einzustufen. Die Verfügbarkeit ist schlecht, da Anlagen in entsprechender Anlagengröße noch nicht kommerziell verfügbar sind. Der Hebel für die Dekarbonisierung ist sehr gut aufgrund der Sicherstellung der Verwendung von erneuerbaren Energiequellen.

¹⁴³ Es dürfen im Rahmen dieser Arbeit keine unternehmensinterne Informationen zu den spezifischen Kriterien (z.b. €/t H₂)dokumentiert werden.

Suchfeld: CO₂-Abscheidung

In Abbildung 39 sind allgemeine Informationen, die Motivation zur Untersuchung des Suchfelds sowie die Fokussierung auf spezielle Inhalte und die Abgrenzung zu nicht relevanten Technologien oder Anwendungsfeldern dokumentiert.

Suchfeld-Steckbrief: CO ₂ -Abscheidung			
Cluster	Autor	Zuständigkeit	Datum
Kohlenstoff	M. Mustermann	M. Mustermann	01.01.2023
Motivation		Relevante Technologien	
Notwendig für die Klimaneutralität von thermischen Abfallverwertungsanlagen		Technologien die nachgelagert an Verbrennungsprozesse hochkonzentriertes CO ₂ aus Punktquellen abtrennen. TRL > 5	

Abbildung 39 - Suchfeldsteckbrief: CO₂-Abscheidung – Allgemeines (Eigene Abbildung)

Die Bewertung des Suchfeldes ergab in allen Aspekten einen guten Fit bzw. große Relevanz für das Unternehmen (siehe Abbildung 40). Der Einsatz von Technologien zur CO₂-Abscheidung ist ausschlaggebend für die Dekarbonisierung von Kraftwerken, welche Verbrennungsprozesse zur Energiegewinnung nutzen. Zusätzlich wurden zahlreiche spezifische Kriterien bestimmt, an denen sich die Technologien in detaillierteren Untersuchungen bewerten lassen müssen.

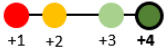
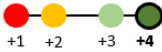
Strategischer Fit		
Technologischer Fit	Business Model Fit	Anmerkung
		Thermische Abfallverwertung zentraler Bestandteil im Asset Park. Absicherung des Geschäftsmodells durch Dekarbonisierung.
Dringlichkeit	Anmerkung	
	Notwendig für die Umsetzung/Zielerreichung der Strategie	
Marktpotenzial	Anmerkung	
	Absicherung des Geschäftsmodells der dekarbonisierten Fernwärme & Abfallverwertung	
Nachhaltigkeit	Anmerkung	
	Direkter Beitrag, da Abscheidung von CO ₂ -Emissionen	
Spezifische Kriterien & KPIs		Informationsquellen
€/t CO ₂ , MWh _{th} /t CO ₂ , MWh _{el} /t CO ₂ , m ² /t CO ₂ , Abscheiderate [%]		N/A

Abbildung 40 - Suchfeldsteckbrief: CO₂-Abscheidung – Bewertung (Eigene Abbildung)

Technologieportfolio: CO₂-Abscheidung

Den Abschluss des Suchfeldsteckbriefs bildet das Technologieportfolio, in welchem die Bewertungen der internen Sicht und externen Sicht der jeweiligen Technologien abgebildet werden (siehe Abbildung 41).

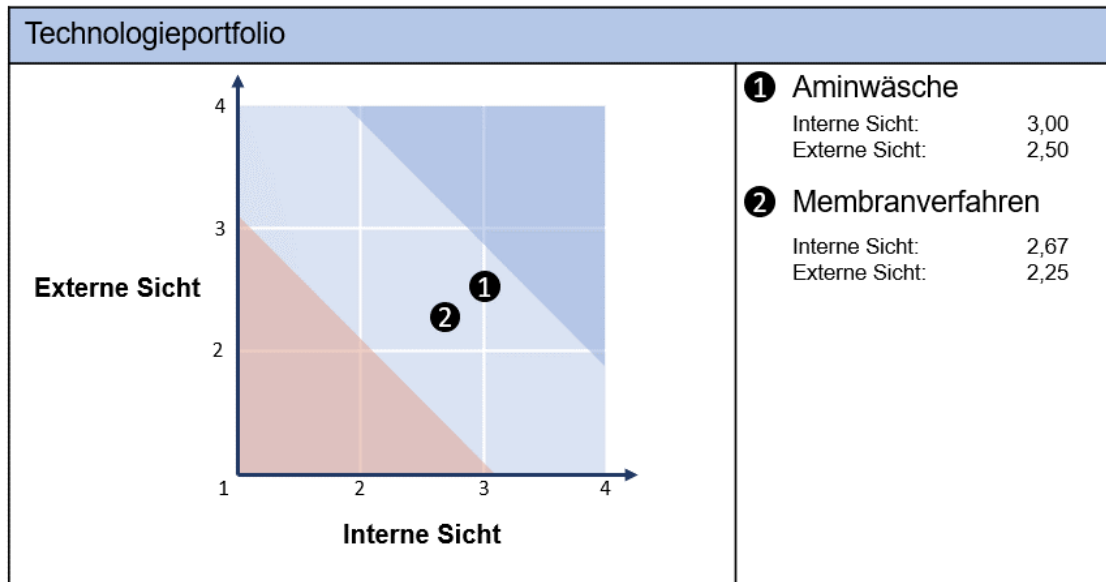


Abbildung 41 - Suchfeldsteckbrief: CO₂-Abscheidung – Technologieportfolio (Eigene Abbildung)

Das Technologieportfolio zeigt, dass beide Technologien aus interner Sicht des Unternehmens ungefähr gleich gut geeignet sind, um CO₂ aus Punktquellen abzuscheiden. Die Aminwäsche ist jedoch einfacher in der Anwendung und in der Industrie etabliert, weswegen sie eine höhere Technologieattraktivität aufweist. Deshalb werden weitere Untersuchungen und Machbarkeitsstudien zum Einsatz der Aminwäsche erfolgen. Das Membranverfahren befindet sich noch in einem früheren Entwicklungsstadium und wird im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen weiter beobachtet.

Die Ergebnisse in diesem Technologieportfolio ergeben sich aus den folgenden Bewertungen der einzelnen Technologien.

Technologie: Aminwäsche

In Abbildung 42Abbildung 38 ist der Technologiesteckbrief zur Aminwäsche dokumentiert¹⁴⁴. Die Technologie ist erprobt und einsatzbereit (TRL 9).

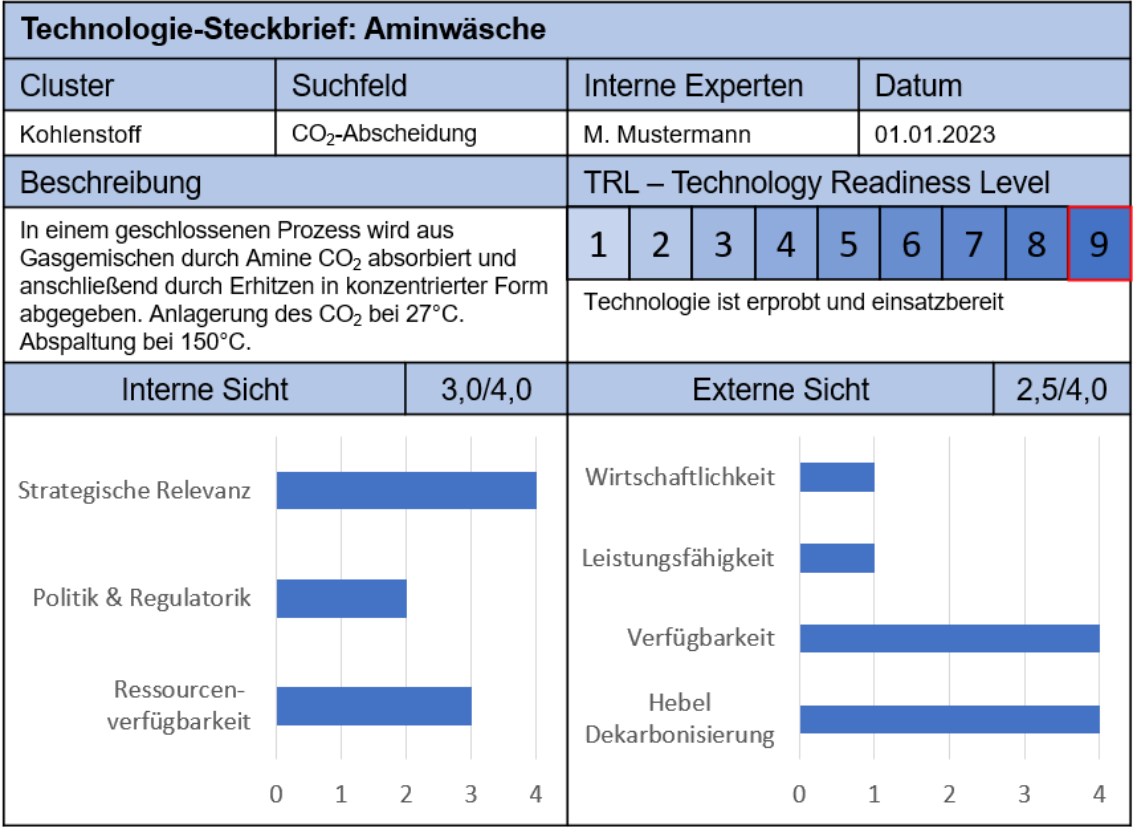


Abbildung 42 - Technologiesteckbrief: Aminwäsche (Eigene Abbildung)

Die strategische Relevanz ist aufgrund der strategisch getroffenen Entscheidung, die thermischen Abfallverwertungsanlagen bis 2040 zu dekarbonisieren, hoch. Aus politischer und regulatorischer Sicht gibt es noch einige Hürden, was das Thema Weiterverwendung des abgeschiedenen CO₂ angeht. Die Ressourcenverfügbarkeit ist mittel einzuschätzen, da zwar Punktquellen für die Abscheidung kontinuierlich und langfristig vorhanden sind, aber das verfahrenstechnische Know-how hinsichtlich des Umgangs mit dieser Technologie nur eingeschränkt verfügbar ist.

Die Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit dieser Technologie wurden niedrig eingestuft, da der Energiebedarf für die Abscheidung als sehr hoch ausgewiesen wird. Die Verfügbarkeit ist sehr gut, da vergleichbare Industrieanlagen am Markt verfügbar sind. Durch die direkte Abscheidung von CO₂-Emissionen aus der Luft ist der Hebel Dekarbonisierung sehr gut.

¹⁴⁴ Es dürfen im Rahmen dieser Arbeit keine unternehmensinterne Informationen zu den spezifischen Kriterien (z.b. €/t CO₂) dokumentiert werden.

Technologie: Membranverfahren

In Abbildung 43 ist der Technologiesteckbrief zum Membranverfahren dokumentiert¹⁴⁵. Die Technologie wird derzeit noch im Labor erprobt (TRL 4).

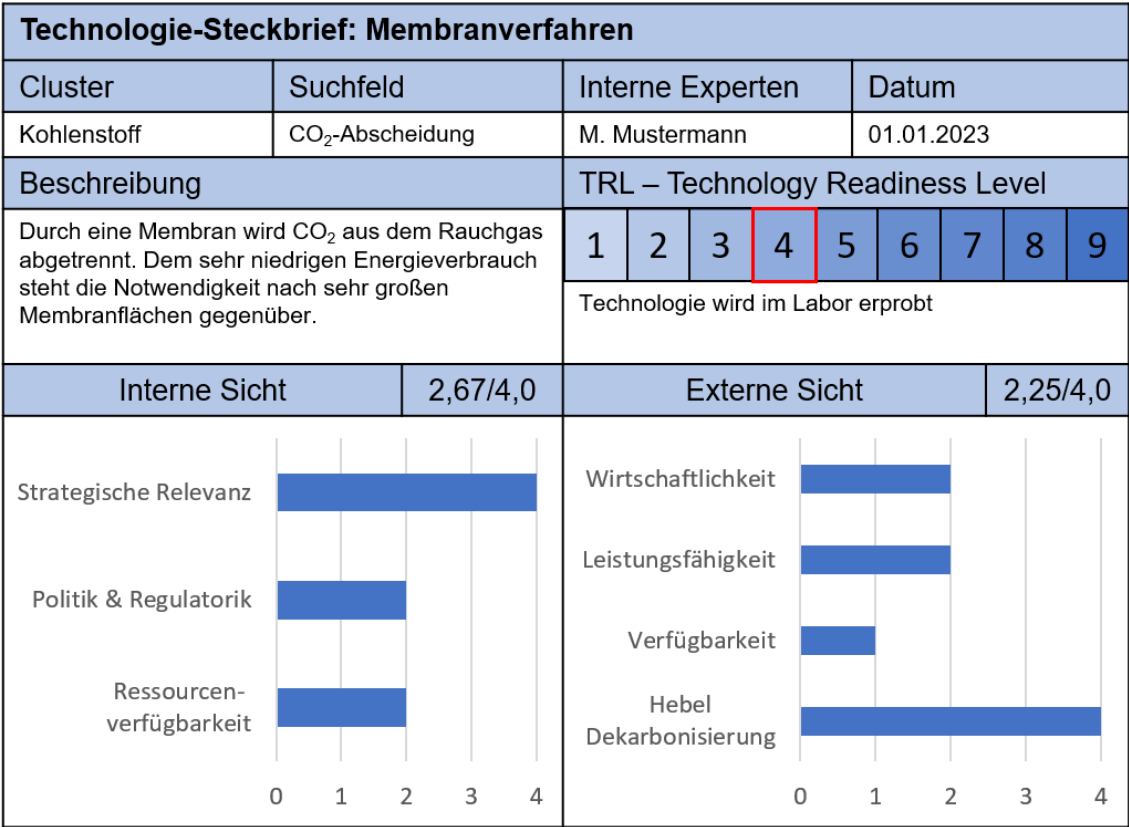


Abbildung 43 - Technologiesteckbrief: Membranverfahren (Eigene Abbildung)

Die strategische Relevanz ist aufgrund des Entschlusses, die thermischen Abfallverwertungsanlagen bis 2040 zu dekarbonisieren, hoch. Aus politischer Sicht gibt es noch Hürden, was das Thema Weiterverwendung des abgeschiedenen CO₂ betrifft. Die Ressourcenverfügbarkeit ist niedrig, da zwar Punktquellen für die Abscheidung langfristig vorhanden sind, aber das Know-how hinsichtlich des Umgangs mit dieser Technologie nur eingeschränkt verfügbar ist. Die Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit wurden als mittel eingestuft, da zwar im Vergleich zur Aminwäsche ein niedrigerer Energieverbrauch zu erwarten ist, jedoch aufgrund von Fouling und geringer Durchflussraten große Membranflächen mit hohen Investitionskosten zu rechnen ist. Die Verfügbarkeit ist niedrig bewertet, da das Verfahren noch nicht im relevanten Maßstab in Kraftwerken getestet wurde. Durch die direkte Abscheidung von CO₂-Emissionen ist der Hebel Dekarbonisierung sehr gut.

¹⁴⁵ Es dürfen im Rahmen dieser Arbeit keine unternehmensinterne Informationen zu den spezifischen Kriterien (z.b. €/t CO₂) dokumentiert werden.

5.2 Erkenntnisse der Anwendung

Zur Validierung der Eignung des entwickelten Technologiemonitoring-Modells wurden die Erkenntnisse aus dem Testlauf gesammelt und analysiert. Dazu wurden die Beteiligten zu deren Eindrücken vom Modell sowie zu dessen Schwächen und Stärken befragt.

Erkenntnisse

In diesem Unterkapitel werden positive und negative Erkenntnisse, Probleme und Besonderheiten aufgezeigt, welche sich bei der Prozessentwicklung bzw. der Durchführung des Prozesstestlaufes gezeigt haben. Die Ergebnisse werden in weiterer Folge unterteilt in die Themen Organisation, Aktivitäten & Methoden

Im Themenbereich Organisation werden die Herausforderungen beschrieben, welche die Verwaltung der Aktivitäten des Technologiemonitorings mit sich bringt. Es wird versucht lösungsorientiert Vorschläge zu bringen, um den Prozess in weiterer Folge verbessern zu können. Der Teilbereich Aktivitäten beschäftigt sich mit der Analyse von Herausforderungen, Problemen und Verbesserungsvorschlägen für die konkrete Umsetzung der Arbeitspakete im Unternehmen. In Bezug auf die Methoden wird versucht zu erklären, welche Vor- und Nachteile die einzelnen Methoden innerhalb der Aktivitäten mit sich bringen und wie man diese gezielt einsetzen kann.

Organisation:

Savioz konnte zeigen, dass existierende Modelle aus einem formellen und einem standardisierten Teil bestehen, welcher durch informelle, also ungeplante, Aktivitäten unterstützt wird.¹⁴⁶ Diese Beobachtung wurde auch im Rahmen dieser Arbeit getätigt.

- Zentrale Koordination

Während die informellen Aktivitäten ungeplant und spontan stattfinden, bedarf es zur konstruktiven Umsetzung der formellen Aktivitäten eine zentrale Koordinationsstelle. Das Unternehmen ist durch klare hierarchische Strukturen in der Aufbauorganisation und zentrale Entscheidungsfindung gekennzeichnet. Savioz hat wiederum gezeigt, dass der Grad der Formalisierung der Aktivitäten maßgeblich von der Unternehmenskultur abhängt. In diesem Fall muss klar eine zentrale koordinierende

¹⁴⁶ Savioz, 2003

Stelle das Ruder übernehmen. Man spricht vom sogenannten Single-Node Ansatz.¹⁴⁷ Es wird die Einführung eines Postens als Technologiemanager empfohlen, welcher als hauptverantwortlicher Akteur des Technologiemonitorings fungiert. Diese Stelle kann entweder in der FuE-Abteilung oder in der Unternehmensentwicklung angesiedelt sein. Aufgabenbereiche können organisatorische Aufgaben des Technologiemonitorings sein sowie Beschaffungsaufgaben für Informationen für die Technologiebewertung, Organisation der Workshops zur Bewertung und die Kommunikation der Ergebnisse.

- Interne Entwicklung

Insgesamt waren die Projektbeteiligten mit der internen Entwicklung des Modells sehr zufrieden. Das interne Entwicklungsteam steht repräsentativ für das Modell und erhöht dadurch dessen Bekanntheitsgrad. Durch die interne Vernetzung der Akteure und Schaffung von internen Strukturen parallel zur Entwicklung wird der Prozess ohne Zusatzaufwand in die Aufbauorganisation integriert. Jedoch ist der Nachteil im Vergleich zur externen Entwicklung und Integration, dass das Entwicklungsteam keine Weisungsbefugnis gegenüber den zukünftigen Akteuren des Modells hat. Dadurch ist man auf die Motivation und Mitarbeit einzelner Kollegen angewiesen.

- Terminorganisation

Das Finden von Terminen zusätzlich zu den Linienaufgaben hat sich als sehr herausfordernd dargestellt. Für den Testlauf war ein intensives, mehrstündiges Workshop-Format mit mehreren Fachexperten angedacht. Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Einigung auf einen Termin wurde dies reduziert auf einen 2-stündigen Termin mit ProVer und TechEx. Aufgrund der fehlenden Verankerung der Aufgaben des TechMo in den Arbeitsalltag der Fachexperten wurden diese zu Gunsten der regulären Aufgaben hintangestellt. Da die Aktivitäten des TechMo zusätzlich zu den Linienaufgaben zu bewältigen sind, bedarf es einen schlanken und einfachen Prozess.

Aktivitäten & Methoden:

- KPIs der Suchfelder

Besonders Augenmerk wurde bei der Bewertung der Suchfelder auf die Identifikation und Auswahl der KPIs der Suchfelder gelegt. Es hat sich vonseiten der

¹⁴⁷ Savioz, 2003

Technologieexperten gezeigt, dass diese Aufgabe von zentraler Bedeutung ist, um eine objektive Bewertung der Technologien innerhalb der Suchfelder sicherzustellen. Dabei wurden sowohl wirtschaftliche Kennzahlen (Bsp.: €/MWh, €/t, CAPEX, OPEX, ...) als auch technische Kennzahlen (Bsp.: η , $\text{MWh}_{\text{th}}/\text{t CO}_2$, $\text{MWh}_{\text{el}}/\text{t CO}_2$, Platzbedarf: $\text{m}^2/\text{t CO}_2$, ...) gewählt. Diese KPIs werden zusätzlich zu den Hauptbewertungskriterien der internen und externen Sicht bewertet.

- Subjektive Bewertung

Bei der Bewertung der Suchfelder bzw. bei der Technologiebewertung konnte festgestellt werden, dass die zuständigen Experten Technologien aus ihrem jeweiligen Fachbereich bevorzugt bewerten. Während die quantifizierbaren Kennzahlen keinen Interpretationsspielraum lassen, wurde bei den subjektiven Kriterien wie zb. Marktpotenzial überwiegend positiv bewertet.

- Anwendungsbezogene Bewertung

Die interne Sicht der Technologiebewertung soll nicht nur den Fit der Technologie zum Unternehmen aufzeigen. Es sollen Technologien anwendungsbezogen bewertet werden. Das heißt, die Informationssammlung und Bewertung von einer Technologie soll im Hinblick deren konkreten Anwendungsfeldes erfolgen. Dies ist notwendig aufgrund der Standorte im urbanen Umfeld. Da die Möglichkeit, Anlagen auf freiem Feld zu errichten nicht gegeben ist, müssen beispielsweise mögliche Standorte und deren Rahmenbedingungen bei der Bewertung mitbedacht werden.

- Bewertungskriterien

In der Bewertung der externen Sicht waren die Kriterien Leistungsfähigkeit und Hebel Dekarbonisierung als einzelne Kriterien gelistet. Bei der Anwendung des Modells hat sich gezeigt, dass diese zwei Kriterien im Hinblick auf nachhaltige Technologien denselben Zweck erfüllen. Weiters liegt der Fokus des Modells auf der Untersuchung nachhaltiger Technologien, wodurch die Bewertung des Hebels Dekarbonisierung obsolet wird. Es wird daher empfohlen, diese beiden Kriterien zusammenzulegen.

- Workshop-Format zur Bewertung

Das Format der Expertenworkshops hat sich als funktional und produktiv herausgestellt und soll in der Form beibehalten werden. Beim Testlauf hat sich jedoch gezeigt, dass es schwierig sein kann, in kurzer Zeit auf einen gemeinsamen Nenner

zu kommen. Eine alternative Vorgehensweise ist, die Bewertungen und Einschätzungen der Fachexperten vorab zusammenzutragen. In den Workshops kann man diese Wissenssammlung als Ausgangsbasis für die Detailbewertung heranziehen, wodurch Personalressourcen eingespart werden können.

Jedoch bietet das Workshop-Format in dieser Form viel Spielraum für Diskussionen. Die ohnehin knapp bemessene Zeit wurde in beiden Workshops überschritten und aus fachlichen Gesprächen zu den Suchfeldern und Technologien wurde eine Diskussion über die strategische Positionierung des Unternehmens.

Diskussion der Erkenntnisse

Es wurde ein umfangreiches Modell entwickelt, es konnte jedoch nur ein kleiner Teil davon getestet werden. Aufgrund der knappen Ressourcen wurden jene Suchfelder und Technologien für den Testlauf herangezogen, welche offensichtlich eine große strategische Relevanz aufweisen. Dadurch wurde die Eignung des Modells zur Analyse strategisch weniger relevanter Themenfelder nicht erprobt.

In der Literatur findet man generische Modelle zur Umsetzung des Technologiemonitorings, welche an die speziellen Anforderungen von Unternehmen angepasst werden können. Es hat sich gezeigt, dass die Art und Weise der Anpassung an die spezifischen Rahmenbedingungen in hohem Maße von der Motivation und dem Vorwissen der zuständigen Mitarbeiter abhängt. Sowohl der Erfolg der planbaren formellen als auch der informellen Aktivitäten hängt davon ab, wie gut die zuständigen Mitarbeiter im Unternehmen vernetzt sind.

Als die größte Herausforderung für den Erfolg des Modells haben sich die knappen Personalressourcen herausgestellt. Während für die organisatorischen Aufgaben Personenstunden zur Verfügung gestellt wurden, wurden die Fachexperten je nach Verfügbarkeit hinzugezogen. Es zeigt sich die klare Notwendigkeit der Zuteilung der Fachexperten durch Vorgesetzte entlang der Weisungskette.

Eine wesentliche Erkenntnis stellt die Notwendigkeit der anwendungsbezogenen Bewertung für Energieversorgungsunternehmen dar. Zur Bewertung der Technologie im Hinblick auf die Kompatibilität mit dem Unternehmen bedarf es einer Analyse im Hinblick auf den bereits bestehenden Anlagenpark. Beispielsweise können Carbon Capture Technologien nur im Hinblick auf deren mögliche Einsatzgebiete im Unternehmen bewertet werden.

6. Resümee & Ausblick

Zu Beginn der Arbeit wurden die theoretischen Grundlagen zu Technologie, Technologiemanagement und Technologiemonitoring erarbeitet. Darauf aufbauend wurden in Form einer systematischen Literaturrecherche aktuelle Forschungsergebnisse gesammelt und analysiert. Dabei hat sich herausgestellt, dass ein großer Fokus der Forschung auf dem Themenbereich der Wissenssammlung liegt. Hervorzuheben sind beispielsweise Data Mining oder Patent Mining. Auch wurden keine Veröffentlichungen zum Thema Technologiemonitoring mit Fokus auf Unternehmen der Energieversorgung gefunden.

Im praktischen Teil wurde das gegenständliche Unternehmen mit dessen speziellen Rahmenbedingungen dargestellt. In der Anforderungsanalyse wurden die Eigenschaften, welche ein erfolgreiches Technologiemonitoring aufweisen muss, gesammelt. Darauf aufbauend wurde das Technologiemonitoring-Modell auf Basis vorhandener Modelle weiterentwickelt und angepasst.

Im abschließenden Testlauf wurden das entwickelte Technologiemonitoring-Modell am Beispiel zweier Suchfelder und einer Technologie erprobt. Die wesentlichen Erkenntnisse des Testlaufes wurden gesammelt und analysiert.

6.1 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit in Bezug auf die Forschungsfragen setzt sich wie folgt zusammen:

Forschungsfrage 1: Anforderungsanalyse - Welche Anforderungen stellt ein urbanes Energieversorgungsunternehmen an ein Modell zur systematischen Identifikation, Kategorisierung und Bewertung von Technologien der Dekarbonisierung, die über die eines generischen Technologiemonitoring-Ansatzes hinausgehen?

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden die notwendigen Eigenschaften eines Technologiemonitoring-Modells für den erfolgreichen Einsatz im gegenständlichen Unternehmen analysiert. Die eruierten Anforderungen sind ausführlich in Kapitel 4.2 beschrieben. Im Wesentlichen konnten fünf zentrale Merkmale ausgemacht werden: Fokus auf Klassifizierung und Bewertung von Technologien, Trennung von organisatorischen und fachlichen Aktivitäten und Schaffung einer zentralen Koordinationsstelle, Sicherstellung der strategischen Relevanz des Modells,

Eingrenzung der zu untersuchenden Technologien sowie effiziente und einfache Anwendbarkeit.

Forschungsfrage 2: Modellentwicklung - Auf welche Weise können vorhandene Technologiemonitoring-Modelle an die speziellen Rahmenbedingungen eines urbanen Energieversorgers angepasst werden, um sowohl die Erreichung ökologischer als auch ökonomischer Zieldimensionen zu unterstützen?

Es hat sich gezeigt, dass bestehende Technologiemonitoring-Modelle, allen voran das 4-Phasen-Modell nach Spath, eine gute Ausgangsbasis für die individuelle Weiterentwicklung und Anpassung darstellen. Jedoch sind die zur Verfügung stehenden Modelle sehr allgemein und generisch gehalten und gehen nicht auf die individuellen Bedürfnisse von Unternehmen ein. Beispielsweise gibt es im 4-Phasen-Modell nach Spath keinen ersten Ausgangspunkt zum Start des Kreislaufes. Im entwickelten TechMo-Modell ist dies durch die Integration der Unternehmensstrategie abgebildet. Zusätzlich fehlen den generischen Modellen die individuellen Anknüpfungspunkte ins Unternehmen. Hier sind die Weiterentwicklung durch Integration des Innovationsmanagements und die Ausprägung der Detailanalysen durch Technologieexperten zu nennen.

Es hat sich gezeigt, dass eine Besonderheit der Energieversorgung die langen Planungszeiträume kombiniert mit bereits bestehenden Anlagenparks als Ausgangspunkt für den Einsatz neuer Technologien darstellt. Dadurch verschiebt sich der Fokus des Technologiemonitorings hin zu einer fundierten und systematischen Bewertung von Technologien, um deren Eignung auf die Integration in den bestehenden Anlagenpark untersuchen zu können. Außerdem hat sich gezeigt, dass die strategische und somit technologische Ausrichtung von Unternehmen in der Energieversorgung zu einem großen Teil von politischen Weichenstellungen abhängt. Dies spiegelt sich beispielsweise in der Definition der relevanten Suchfelder und Technologien wider, da hier vorrangig jene bestimmt werden müssen, welche bei der Dekarbonisierung des Energiesystems helfen.

Forschungsfrage 3: Evaluierung - Welche Erkenntnisse ergeben sich aus der Implementierung und Erprobung des Modells im gegenständlichen Unternehmens im Hinblick auf die Organisation, Aktivitäten und Methoden des Modells?

Im Rahmen der Entwicklung und Erprobung des Technologiemonitoring-Modells konnte aus organisatorischer Sicht festgestellt werden, dass es einer zentral verantwortlichen Koordinationsstelle bedarf, welche die Hauptverantwortung über den Prozess hat. Die interne Entwicklung hat sich als gute Herangehensweise herausgestellt, jedoch haben sich Probleme bei der Verteilung von Aufgaben gezeigt, da das Entwicklungsteam keine Weisungsbefugnis gegenüber den Fachexperten hat. Gleiches gilt für die Herausforderung bei den Terminorganisationen.

Die wesentlichen Erkenntnisse in Bezug auf die Aktivitäten und Methoden des Modells betreffen die Bewertung von Suchfeldern und Technologien. Es hat sich klar gezeigt, dass es zur Vergleichbarkeit von Technologien innerhalb der Suchfelder individueller KPIs bedarf. Das Format der Expertenworkshops zur Bewertung hat zwar gut funktioniert, jedoch tendieren die einschlägigen Fachexperten zur subjektiven Bewertung der Technologien in ihrem Fachbereich. Eine weitere wichtige Erkenntnis war, dass die Technologien im Hinblick auf deren aktuellen Einsatz im Unternehmen bewertet werden müssen. Beispielsweise können Technologien der CO₂-Abscheidung nur im Hinblick darauf bewertet werden, ob sie im aktuellen Anlagenpark die geeigneten Voraussetzungen für deren Einsatz aufweisen.

6.2 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Durch die Notwendigkeit der Dekarbonisierung der Energieversorgung stehen die Unternehmen dieser Branche unter hohem Druck neue Technologien gezielt einzusetzen. Das Technologiemonitoring ist eine geeignete Vorgehensweise, um Unternehmen bei der Auswahl der passenden Technologien zu unterstützen. In der Literatur finden sich dazu bereits etablierte Ansätze, welche zum Teil auch praktisch erprobt wurden. Diese sind jedoch im Allgemeinen nicht an die Herausforderungen der Energieversorger ausgerichtet. Im Zuge dieser Arbeit konnte an einem praktischen Beispiel gezeigt werden, auf welche Art und Weise ein Technologiemonitoring-Modell auf Basis bestehender Modelle weiterentwickelt und eingesetzt werden kann.

Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten sollte eine längere wissenschaftliche Begleitung des Einsatzes des Technologiemonitoring-Modells sein um die langfristigen Ergebnisse des Monitorings, sowie dessen Einfluss auf die strategische Ausrichtung von Unternehmen analysieren zu können.

Literaturverzeichnis

- Ackermann, M., Brenner, T., Lorenz, S., & Stephan, M. (2011). Die Entwicklung der technologischen Wissensbasis in technologiegetriebenen Industrien am Beispiel der deutschen Solarindustrie: Eine empirische Analyse der Akteure und Herkunft. *Discussion Papers on Strategy and Innovation*, No. 11-05.
- Animah, I., & Shafiee, M. (2018). Animah, Isaac, and Mahmood Shafiee. "A framework for assessment of technological readiness level (TRL) and commercial readiness index (CRI) of asset end-of-life strategies. *Safety and Reliability–Safe Societies in a Changing World*. CRC Press, pp. 1767-1773.
- Ashton, B. (2020). Intelligent technology scanning: Aims, content, and practice. *Фопсаўм*, 14(3 (eng)), pp. 15-29.
- Brenner, M. (1996). Technology intelligence and technology scouting. *Competitive Intelligence Review*, 7. Jg., Nr. 3, pp. 20-27.
- Brügel, H., Reger, G., & Ackel-Zakour, R. (2005). Technologie-Früherkennung in multinationalen Unternehmen: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. *Technologieroadmapping*. Springer, Berlin, Heidelberg., 27-53.
- Bullinger, H. (1994). *Einführung in das Technologiemanagement: Modelle, Methoden, Praxisbeispiele*. Springer-Verlag.
- Farrukh, C., & Holgado, M. (2020). Integrating sustainable value thinking into technology forecasting: A configurable toolset for early stage technology assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 158, pp. 120-171.
- Gomeringer, A. (2007). Eine integrative, prognosebasierte Vorgehensweise zur strategischen Technologieplanung für Produkte. (*Doctoral dissertation, Stuttgart, Techn. Univ., Diss., 2007*).
- Haag, C., Schuh, G., Kreysa, J., & Schmelter, K. (2011). Technologiebewertung. In *Technologiemanagement: Handbuch Produktion und Management 2* (pp. 309-366).
- Hevner, A., March, S., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *Management Information Quarterly*, 28 (1), 6.

- Kang, J., Wei, Y., Liu, L., & Wang, J. (2021). Observing technology reserves for carbon capture and storage via patent data: Paving the way for carbon neutral. *Technological Forecast and Social Change*, 171.
- Ken III, C., Eastwood, C., Turner, S., Goodman, M., & Ricketts, K. (2016). Using a SWOT Analysis: Taking a Look at Your Organization. *Community and Economic Development Publications*. 3.
- Kerr, C., & Phaal, R. (2018). Directing the technology intelligence activity: An 'information needs' template for initiating the search. *Technological Forecasting and Social Change*, 134, pp. 265-276.
- Klappert, S., Schuh, G., & Aghassi, S. (2011). Einleitung und Abgrenzung. In G. Schuh, & S. Klappert, *Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2; 2. Auflage* (pp. 5-10). Springer Berlin Heidelberg.
- Kujawa, K., & Paetzold, K. (2019). External Technology Searching Methods - A Literature Review. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design (Vol. 1, No. 1)* (pp. 2259-2268). Cambridge University Press.
- Lee, K., & Lee, S. (2013). Patterns of technological innovation and evolution in the energy sector: A patent-based approach. *Energy Policy*, 59, pp. 415-432.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, Volume 2, 34-46.
- Lichtenthaler, E. (2004). Coordination of technology intelligence processes: A study in technology intensive multinationals. *Technology Analysis & Strategic Management*, 16(2)., pp. 197-221.
- Loh, Y., & Mortara, L. (2017). How to measure technology intelligence? *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 11(3), pp. 187-211.
- Mankins, J. (1995). Technology readiness levels. *White Paper*.
- Manzini, R. (2013). Scanning the technological environment for supporting radical innovation: a case from the Italian machinery industry. *2013 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE) & IEEE International Technology Management Conference* (pp. 1-9). IEEE.

- Meißner, D. (2001). Wissens- und Technologietransfer in nationalen Innovationssystemen. (*Doctoral dissertation, Dresden, Techn. Univ., Diss., 2001*).
- Mikova, N., & Sokolova, A. (2019). Comparing data sources for identifying technology trends. *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(11), pp. 1353-1367.
- Mikova, N., & Sokolova, A. (2019). Comparing data sources for identifying technology trends. *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(11), pp. 1353-1367.
- Oberschmidt, J. (2010). Multikriterielle Bewertung von Technologien zur Bereitstellung von Strom und Wärme. *Dissertation*. Göttingen.
- Pfeiffer, S. (1992). Technologie-Frühaufklärung: Identifikation und Bewertung zukünftiger Technologien in der strategischen Unternehmensplanung. *Hamburg: S+ w Steuer- und Wirtschaftsverlag*.
- Pittel, K. (2012). Das energiepolitische Zieldreieck und die Energiewende. München: ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung.
- Porter, A., Roper, A., Mason, T., Rossini, F., & Banks, J. (1991). Forecasting and management of technology (Vol. 18). *John Wiley & Sons*.
- Rana, R., Karlsson, A., & Falkman, G. (2017). A framework for identifying and evaluating technologies of interest for effective business strategy: Using text analytics to augment technology forecasting. *2017 5th International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI)* (pp. 110-115). IEEE.
- Reger, G. (2006). Technologie-Früherkennung: Organisation und Prozess. *Management von Innovation und Risiko; Springer, Berlin, Heidelberg.*, pp. 303-329.
- Rodriguez-Salvador, M., & Castillo-Valdez, P. (2021). Integrating science and technology metrics into a competitive technology intelligence methodology. *Journal of Intelligence Studies in Business* 11(1).
- Safdari Ranjibar, M., & Tavakoli, G. (2015). Toward an inclusive understanding of technology intelligence: A literature review. *Foresight*, 17(3), pp. 240-256.
- Savioz, P. (2003). Technology intelligence: concept design and implementation in technology based SMEs. Springer.

- Schimpf, S., & Heihsel, T. (2017). Planning of disruptive technologies: first results on how potential disruptions are considered in technology monitoring, planning and roadmapping. *Proceedings of R&D Management Conference*.
- Schmitz, M. (2017). Ein Verfahren zur Formulierung von Suchstrategien für die Identifikation neuer Technologien. (*Doctoral dissertation, Stuttgart, Techn. Univ., Diss., 2017*).
- Schmitz, M. (n.d.). Ein Verfahren zur Formulierung von Suchstrategien für die Identifikation neuer Technologien.
- Schuh, G., Klappert, S., & Moll, T. (2011). Ordnungsrahmen Technologiemanagement. In G. Schuh, & S. Klappert, *Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2; 2. Auflage* (pp. 11-32). Springer Berlin Heidelberg.
- Schuh, G., Klappert, S., & Moll, T. (2011). Ordnungsrahmen Technologiemanagement. In G. Schuh, & S. Klappert, *Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2, 2. Auflage* (pp. 11-31).
- Schuh, G., Koenig, C., Schoen, N., & Wellensiek, M. (2014). Concept for determining the focus of technology monitoring activities. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 8(10), pp. 3328-3335.
- Schuh, G., Scholz, P., & Patzwald, M. (2019). Technological trends in context of industry 4.0 and their industrial applications. *2019 60th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS)* (pp. 1-6). IEEE.
- Schulte-Gehrmann, A., Klappert, S., Günther, S., & Hoppe, M. (2011). Technologiestrategie. In G. Schuh, & S. Klappert, *Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2; 2. Auflage* (pp. 55-88).
- Schulte-Gehrmann, A., Klappert, S., Schuh, G., & Hoppe, M. (2011). Technologiestrategie. In G. Schuh, & S. Klappert, *Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2; 2. Auflage* (pp. 55-88). Springer Heidelberg Berlin.
- Spath, D., Schimpf, S., & Lang-Koetz, C. (2010). Technologiemonitoring. Technologien identifizieren, beobachten und bewerten. Fraunhofer IAO, zuletzt geprüft am, 1(11), 2013.

- Spitsberg, I., Brahmandam, S., Verti, M., & Coulston, G. (2013). Technology Landscape Mapping: At the Heart of Open Innovation. *Research-Technology Management*, 56(4), pp. 27-35.
- Steinwender, A. (2021). Entwicklung eines Vorgehensmodells zur multikriteriellen bewertungsbasierten Potenzialanalyse additiver Fertigung. (*Doctoral dissertation, Wien, Techn. Univ., Diss., 2021*).
- Stelzer, B., & Brecht, L. (2014). Technologievorausschau: eine Bestandsaufnahme der organisationalen Umsetzung in Unternehmen. ITOP, Institute of Technology and Process Management, Ulm University.
- Stelzer, B., & Brecht, L. L. (2014). Technologievorausschau: eine Bestandsaufnahme der organisationalen Umsetzung in Unternehmen. *ITOP, Institute of Technology and Process Management, Ulm University*.
- Susman, G., & Evered, R. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 23, No.4, 582-603.
- Terrados, J., Almonacid, G., & Hontoria, L. (2007). Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tool: Impact on renewables development. *Renewable and sustainable energy reviews*, 11(6), pp. 1275-1287.
- Tiefel, T. (2007). Technologielebenszyklus-Modelle-Eine kritische Analyse. *Gewerbliche Schutzrechte im Innovationsprozess* (pp. 25-49). Gabler.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), pp. 207-222.
- VDI 3780. (2000). *VDI 3780 _ Technikbewertung - Begriffe und Grundlagen, 2000*.
- Warschat, J., Schimpf, S., & Korell, M. (2015). Technologien frühzeitig erkennen, Nutzenpotenziale systematisch bewerten. Fraunhofer Verlag.
- Wellensiek, M., Schuh, G., Hacker, P., & Saxler, J. (2011). Technologiefrüherkennung. In G. Schuh, & S. Klappert, *Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2; 2. Auflage* (pp. 89-169). Springer Heidelberg Berlin.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Bezugssystem zur Informationssystemforschung (Eigene Abbildung nach Hevner, March, Park, & Ram, 2004, S. 80).....	6
Abbildung 2 - S-Kurven-Konzept des Technologielebenszyklus (Eigene Abbildung nach Tiefel, 2007, S. 41).....	9
Abbildung 3 – S-Kurven Konzept des Technologielebenszyklus mit Übergang von altern Technologie (T_a) zu neuer Technologie (T_n) (Eigene Abbildung nach Tiefel, 2007, S. 41).....	10
Abbildung 4 - Innerbetrieblicher Ordnungsrahmen Technologiemanagement (Eigene Abbildung nach Schuh, Klappert, & Moll, Ordnungsrahmen Technologiemanagement, 2011, S. 17).....	13
Abbildung 5 - Überblick über die Aufgabengebiete des Technologiemanagements (Eigene Abbildung nach Schmitz M. , 2017, S. 66)	14
Abbildung 6 - Vergleich der Aktivitäten Technologiescanning, -monitoring & -scouting (Eigene Abbildung in Anlehnung an Schuh, Koenig, Schoen, & Wellensiek, 2014, S. 3321)	16
Abbildung 7 - Darstellung Single-Node Ansatz (links) und Multi-Node Ansatz (rechts) (Eigene Abbildung nach Lichtenthaler, 2004, S. 208 f.).....	18
Abbildung 8 – Übersicht über mögliche Organisationformen für das Technologiemanagement (Eigene Abbildung nach Schuh, Klappert, & Moll, Ordnungsrahmen Technologiemanagement, 2011, S. 22).....	22
Abbildung 9 - Phasen des Technologiemonitoring nach Porter (Eigene Abbildung in Anlehnung an Porter, Roper, Mason, Rossini, & Banks, 1991, S. 76).....	25
Abbildung 10 – Objekte (oben) und Aktivitäten (unten) des Technologiemonitorings (Eigene Abbildung in Anlehnung an Brenner, 1996, S. 6)	26
Abbildung 11 - 4-Phasen Modell des Technologiemonitorings (Eigene Abbildung nach Spath, Schimpf, & Lang-Koetz, 2010, S. 10)	27
Abbildung 12 - Darstellung eines Technologiebaums (Eigene Abbildung nach Schulte-Gehrmann A. , Klappert, Günther, & Hoppe, 2011, S. 64).....	29
Abbildung 13 – Suchfeldhierarchien (Eigene Abbildung nach Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 116)	31
Abbildung 14 - Modell zur Vorgehensweise in der Informationsbeschaffung (Eigene Abbildung in Anlehnung an Wellensiek, Schuh, Hacker, & Saxler, 2011, S. 129)	32

Abbildung 15 - Zieldreieck der Energiepolitik (Eigene Abbildung in Anlehnung an Pittel, 2012)	43
Abbildung 16 - Möglichkeiten zur Visualisierung der Einzelbewertung von Technologien (Eigene Abbildung nach Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 52) ..	45
Abbildung 17 - Möglichkeiten zur Visualisierung der Bewertung von mehreren Technologien (Eigene Abbildung nach Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 53) ..	46
Abbildung 18 - Abstrahiertes Organigramm des untersuchten Unternehmens (Eigene Abbildung)	57
Abbildung 19 - Projektauftrag & Projektbeschreibung (Eigene Abbildung)	58
Abbildung 20 - Hauptmerkmale des entwickelten Modells (Eigene Abbildung)	64
Abbildung 21 - Grundgerüst für Technologiemonitoring (Eigene Abbildung in Anlehnung an Wellensiek & Spath)	65
Abbildung 22 – Entwickeltes Technologiemonitoring-Modell: Einfluss der Unternehmensstrategie und Rückkopplung der Ergebnisse (Eigene Abbildung)	66
Abbildung 23 – Entwickeltes Technologiemonitoring-Modell: Input Innovationsmanagement, Detailanalysen und spezielle Aspekte der Energieversorgung (Eigene Abbildung)	67
Abbildung 24 – Entwickeltes Technologiemonitoring-Modell: Überblick (Eigene Abbildung)	68
Abbildung 25 – Entwickeltes Technologiemonitoring-Modell: Ergebnisse der Aktivitäten (Eigene Abbildung)	70
Abbildung 26 - Arbeitsgruppe Suchfelddefinition (Eigene Abbildung)	71
Abbildung 27 – Vorlage Suchfeld-Steckbrief (Eigene Abbildung)	74
Abbildung 28 – Beispielhafter Suchfeldradar (Eigene Abbildung)	75
Abbildung 29 - Arbeitsgruppe Technologieauswahl (Eigene Abbildung)	76
Abbildung 30 – Vorlage Technologie-Steckbrief (Eigene Abbildung)	82
Abbildung 31 - Beispielhaftes Technologieportfolio (Eigene Abbildung)	83
Abbildung 32 - TechMo Logo (Eigene Abbildung)	86
Abbildung 33 – Suchfeldradar (Eigene Abbildung)	88
Abbildung 34 - Suchfeldsteckbrief: Erneuerbare H2-Erzeugung - Allgemeines (Eigene Abbildung)	89
Abbildung 35 - Suchfeldsteckbrief: Erneuerbare H2-Erzeugung – Bewertung (Eigene Abbildung)	89

Abbildung 36 – Suchfeldsteckbrief: Erneuerbare H ₂ -Erzeugung – Technologieportfolio (Eigene Abbildung)	90
Abbildung 37 – Technologiesteckbrief: PEM-Elektrolyse (Eigene Abbildung)	91
Abbildung 38 - Technologiesteckbrief: Hochtemperaturelektrolyse (Eigene Abbildung)	92
Abbildung 39 - Suchfeldsteckbrief: CO ₂ -Abscheidung – Allgemeines (Eigene Abbildung)	93
Abbildung 40 - Suchfeldsteckbrief: CO ₂ -Abscheidung – Bewertung (Eigene Abbildung)	93
Abbildung 41 - Suchfeldsteckbrief: CO ₂ -Abscheidung – Technologieportfolio (Eigene Abbildung)	94
Abbildung 42 - Technologiesteckbrief: Aminwäsche (Eigene Abbildung)	95
Abbildung 43 - Technologiesteckbrief: Membranverfahren (Eigene Abbildung)	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Klassifikation von Technologien (Eigene Abbildung in Anlehnung an Schmitz M. , 2017, S. 54)	8
Tabelle 2 - TRL 1-9 inklusive Beschreibung (Eigene Abbildung nach Mankins, 1995)	11
Tabelle 3 - Liste an Bewertungskriterien aus unterschiedlichen Methoden inkl. Zuordnung zu den Bewertungskategorien Markt und Technologie (Eigene Abbildung nach Warschat, Schimpf, & Korell, 2015, S. 56 f.).....	36
Tabelle 4 - Übliche Methoden und Instrumente in der Technologiebewertung (Eigene Abbildung nach Steinwender, 2021, S. 81).....	39
Tabelle 5 - Ein- und Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche (Eigene Abbildung)	50
Tabelle 6 - Ergebnisse der systematischen Literatursuche (Eigene Abbildung)	50
Tabelle 7 - Relevante Veröffentlichungen aus der systematischen Literaturrecherche (Eigene Abbildung)	51
Tabelle 8 - Notwendige Merkmale für den erfolgreichen Einsatz eines Technologiemonitoring-Modells (Eigene Abbildung)	59
Tabelle 9 - Leitfaden zur Bewertung von Suchfeldern (Eigene Abbildung).....	72
Tabelle 10 - Leitfaden zur Bewertung von Technologien (Eigene Abbildung)	80
Tabelle 11 – Auswahl von möglichen Clustern & Suchfeldern (Eigene Abbildung) ..	86
Tabelle 12 - Ausgewählte Suchfelder und Technologie für den Testlauf (Eigene Abbildung)	87

Abkürzungsverzeichnis

DSRM.....	Design Science Research Method
F&E / FuE.....	Forschung und Entwicklung
TRL.....	Technology Readiness Level / Technologiereifegrad
TM.....	Technologiemonitoring
TRIZ.....	Theorie des erfinderischen Problemlösens
SWOT.....	Strengths Weaknesses Opportunities Threats
MADM.....	Multi Attribute Decision Making
MODM.....	Multi Objective Decision Making
SME.....	Small and Medium Enterprises
PV.....	Photovoltaik
TechMo.....	Technologiemonitoring (unternehmensintern)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
H ₂	Wasserstoff
kW.....	Kilowatt
kWh.....	Kilowattstunden
MW.....	Megawatt
MWh.....	Megawattstunden
MWh _{th}	Megawattstunden thermisch
MWh _{el}	Megawattstunden elektrisch
t.....	Tonne
KPI.....	Key Performance Indicator
KWK.....	Kraft-Wärme-Kopplung
ProVer.....	Prozessverantwortlicher
TechEx.....	Technologieexperte
PEM.....	Proton Exchange Membrane
CAPEX.....	Capital Expenditures
OPEX.....	Operational Expenditures