Masterarbeit

VORGEHENSMODELL ZUR BEURTEILUNG VON TECHNOLOGIEN FÜR KMU AUS DER AUTOMOBILZULIEFERINDUSTRIE

ausgeführt am

CAMPUS 02 GRAZ

FACHHOCHSCHULE DER WIRTSCHAFT

Fachhochschul-Masterstudiengang

Innovationsmanagement

von

Ing. Markus Richterschütz, BSc

1810318012

begutachtet von

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Michael Terler

betreut von

Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Kappaun

Graz, im November 2019

.....

Unterschrift

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

.....

Unterschrift

GLEICHHEITSGRUNDSATZ

Um den Lesefluss nicht durch eine ständige Nennung beider Geschlechter zu stören, wird in dieser Arbeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Dies impliziert aber immer auch die weibliche Form.

DANKSAGUNG

Zu Beginn möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich bei der Erstellung meiner Masterarbeit unterstützt haben. Besonders hervorheben möchte ich an dieser Stelle meinen Betreuer seitens FH Campus 02, Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Kappaun. Vielen Dank, dass Sie mir immer mit Rat und Tat zur Seite standen, wenn ich Fragen hatte.

Auch bedanken möchte ich mich bei meinen Arbeitskollegen. Ohne euch wären die Ergebnisse dieser Masterarbeit nicht zustande gekommen.

Zu guter Letzt möchte ich noch meiner Freundin und meiner Familie danken. Sie haben stets, auch in den stressigsten Zeiten, aufmunternde und motivierende Worte gefunden, welche mich beim Verfassen meiner Masterarbeit bekräftigten. Danke!

KURZFASSUNG

Die gesamte Automobilindustrie befindet sich aktuell in einem tiefgreifenden Wandel, dementsprechend schwierig ist es auch für die Zulieferer dieser Industrie, sich adäquate und langfristige Strategien zurechtzulegen. Der Umstand einer hohen Marktdynamik, gepaart mit den immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen und einem immanenten Kostendruck, erfordern von kleinen und mittleren Unternehmen in der Automobilzulieferindustrie eine entsprechende Weitsicht und Agilität in der Produktentwicklung. Denn erst durch den Einsatz der richtigen Technologien können letztendlich die richtigen und somit gewinnbringenden Produkte entwickelt werden. Werden in der frühen Phase des Innovationsprozesses Fehlentscheidungen getroffen, so wirkt sich dies oft nicht nur gravierend auf den wirtschaftlichen Erfolg einer Unternehmung aus, sondern im schlimmsten Fall auf ihren generellen Fortbestand. Die vorliegende Masterarbeit setzt sich mit der frühen Phase des Innovationsprozesses in Form des Technologiemanagements auseinander, wobei ein generisches Vorgehensmodell für kleine und mittlere Unternehmen aus der Automobilzulieferindustrie zur Beurteilung von Produkt- und Prozesstechnologien entwickelt wird. Im Sinne der Effizienz wird dieses Vorgehensmodell so konzipiert, dass die Anforderungen der betroffenen Unternehmensart erfüllt werden.

Das so entwickelte Vorgehensmodell wird in weiterer Folge am Beispiel der Firma VENTREX Automotive GmbH zum Einsatz gebracht. Dabei wird das generische Vorgehensmodell, unter Berücksichtigung von unternehmensrelevanten Aspekten, in ein firmenspezifisches Vorgehensmodell transferiert und an der Produkttechnologie der Wasserstoffversorgungstechnologie und der Prozesstechnologie des Kunststoff-Drehens angewandt. Damit wird zum einen die Validierung der im Vorgehensmodell befindlichen Werkzeuge in der Unternehmenspraxis, und zum anderen die Ableitung einer konkreten Handlungsempfehlung über den weiteren Umgang mit der jeweiligen Technologie für die Firma VENTREX Automotive GmbH verfolgt. Durch den Einsatz des firmenspezifischen Vorgehensmodells konnte gezeigt werden, dass aufgrund der hohen firmeninternen Technologiebereitschaft für die Wasserstoff-versorgungstechnologie eine nachfolgende detaillierte wirtschaftliche und marktorientierte Betrachtung der Produkttechnologie empfehlenswert ist. Ein ähnliches Bild zeichnete sich für die Prozesstechnologie ab. Auch hier wird aufgrund der Anwendung des Vorgehensmodells empfohlen, eine anschließende wirtschaftliche Betrachtung und Potenzialerhebung durchzuführen.

ABSTRACT

The entire automotive industry is currently undergoing fundamental changes. Therefore, it is also difficult for the suppliers to this industry to devise appropriate long-term strategies. The fact that the market is highly dynamic, coupled with ever shorter product life cycles and immanent cost pressure, requires small and medium enterprise in the automotive supply industry to have the necessary foresight and agility in product development. Because only by using the right technologies, the right and thus profitable products can be developed. If wrong decisions are made in the early phase of the innovation process, this often has a serious effect on the economic success of a company and in the worst case also on its general survival. The aim of this master thesis is to deal with the early phase of the innovation process in form of technology

management and thus to develop in the theoretical part a generic procedure model for small and medium enterprise from the automotive supplier industry to assess product and process technologies. In terms of efficiency, this process model has to meet the requirements of this type of company.

In order to test the practical suitability of the generic procedure model, it is applied to VENTREX Automotive GmbH. Thereby, the generic procedure model will be transferred into a company-specific procedure model, taking into account company-relevant aspects, and applied to the product technology of hydrogen supply technology and the process technology of plastic turning. The goal in the empirical part is the validation of the tools in the procedure model in the enterprise practice and a specific action recommendation over the further handling of the respective technology for VENTREX Automotive GmbH. On the basis of the application of the company-specific procedure model, a corresponding recommendation for further handling of the technology could be given for both technologies. For the hydrogen supply technology, a detailed economic and market-oriented consideration of the product technology is recommended due to the high internal technology readiness of the company. A subsequent economic analysis and potential assessment is also recommended for turning plastic.

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung ... 1
1.1 Problemstellung/Ausgangssituation ... 1
1.2 Zielsetzung ... 3
1.3 Forschungsfragen ... 3
1.4 Aufbau der Arbeit ... 4
1.5 Bezug zum Innovationsmanagement ... 7
2 KMU aus der Automobilzulieferindustrie ... 9
2.1 KMU ... 9
2.2 Automobilzulieferindustrie ... 12
3 Technologiemanagement ... 15
3.1 Begriffsdefinitionen ... 15
3.2 Klassifikation von Technologien ... 17
3.3 Technologielebenszyklus ... 18
3.4 Technologie-Portfolio-Analyse ... 21
3.5 Management von Technologien ... 24
4 Existierende Ansätze der Technologiebewertung ... 27
4.1 Ansatz nach Hall ... 27
4.2 Ansatz nach Vorbach ... 28
4.3 Ansatz nach Kröll ... 30
4.4 Ansatz nach Gomeringer ... 31
4.5 Aufzeigen des Handlungsbedarfs ... 35
5 Entwicklung des Vorgehensmodells ... 39
5.1 Auswahl der Werkzeuge ... 39
5.2 Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie 41
6 Beschreibung der Vorgehensmodell-Werkzeuge ... 44
6.1 Säule der Technologieattraktivität ... 44
6.1.1 Technologielebenszyklus-Analyse ... 44
6.1.2 Technology Readiness Level ... 49
6.1.3 Trendanalyse ... 51
6.1.4 Förderwürdigkeit ... 53
6.1.5 Patentrecherche ... 53
6.2 Säule der internen Technologiebereitschaft ... 54
6.2.1 Gartner Hype Cycle ... 54
6.2.2 Ressourcenanalyse ... 57
6.2.3 Kompetenzanalyse ... 58
6.2.4 Netzwerkanalyse ... 59
6.3 Kriterienliste Technologieattraktivität ... 60
6.4 Kriterienliste interne Technologiebereitschaft ... 61

6.5 Technologieportfolio ... 61
7 Conclusio des Theorieteils ... 63
8 Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH ... 65
8.1 Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Produkttechnologien ... 66
8.2 Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Prozesstechnologien ... 71
9 Anwendung des Vorgehensmodells in der Firma VENTREX Automotive GmbH ... 77
9.1 Anwendung des Vorgehensmodells an der Produkttechnologie Wasserstoffversorgungstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle ... 78
9.1.1 Technologielebenszyklus-Analyse ... 79
9.1.2 Technology Readiness Level ... 82
9.1.3 Trendanalyse ... 84
9.1.4 Förderwürdigkeit ... 90
9.1.5 Patentrecherche ... 91
9.1.6 Gartner Hype Cycle ... 94
9.1.7 Ressourcenanalyse ... 98
9.1.8 Kompetenzanalyse ... 101
9.1.9 Netzwerkanalyse ... 103
9.1.10 Kriterienliste Technologieattraktivität ... 104
9.1.11 Kriterienliste interne Technologiebereitschaft ... 105
9.1.12 Technologieportfolio ... 107
9.1.13 Handlungsempfehlung für die Produkttechnologie Wasserstoff-versorgungstechnologie ... 108
9.2 Anwendung des Vorgehensmodells an der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen ... 109
9.2.1 Technologielebenszyklus-Analyse ... 111
9.2.2 Technology Readiness Level ... 114
9.2.3 Gartner Hype Cycle ... 116
9.2.4 Ressourcenanalyse ... 117
9.2.5 Kompetenzanalyse ... 118
9.2.6 Kriterienliste Technologieattraktivität ... 118
9.2.7 Kriterienliste interne Technologiebereitschaft ... 119
9.2.8 Technologieportfolio ... 120
9.2.9 Handlungsempfehlung für die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen ... 121
10 Conclusio des Praxisteils ... 123
11 Anhang ... 125
11.1 Vorlagen zur Beurteilung der Technologieattraktivität ... 125
11.1.1 Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little ... 125
11.1.2 Technologielebenszyklus-Analyse ... 127
11.1.3 Technology Readiness Level ... 128
11.1.4 Trendanalyse ... 132
11.2 Vorlagen zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft ... 133
11.2.1 Gartner Hype Cycle ... 133

11.2.2 Ressourcenanalyse ... 133
11.2.3 Kompetenzanalyse ... 134
11.3 Vorlage Kriterienliste Technologieattraktivität ... 135
11.4 Vorlage Kriterienliste interne Technologiebereitschaft ... 136
11.5 Workshop-Settings ... 137
11.5.1 Setting Workshop „Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Produkttechnologien“ ... 137
11.5.2 Setting Workshop „Gewichtung der Bewertungskriterien für Produkttechnologien“ ... 137
11.5.3 Setting Workshop „Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Prozesstechnologien“ ... 138
11.5.4 Setting Workshop „Gewichtung der Bewertungskriterien für Prozesstechnologien“ ... 138
11.5.5 Setting Workshop „Technologielebenszyklus-Analyse Wasserstoff-versorgungstechnologie“ 139
11.5.6 Setting Workshop “Technology Readiness Level Wasserstoffversorgungstechnologie” ... 139
11.5.7 Setting Workshop „Trendanalyse“ ... 140
11.5.8 Setting Workshop „Ressourcen- und Kompetenzanalyse“ ... 140
11.5.9 Setting Workshop „Technologielebenszyklus-Analyse Kunststoff-Drehen“ ... 141
Literaturverzeichnis ... 142
Abbildungsverzeichnis ... 148
Tabellenverzeichnis ... 151
Abkürzungsverzeichnis ... 154

1 EINLEITUNG

Das vorliegende Kapitel dient dazu, dem Leser einen grundsätzlichen Überblick über das vorliegende Werk zu vermitteln. Begonnen wird damit, die Problemstellung und die Ausgangssituation näher zu beleuchten. Dadurch soll Klarheit geschaffen werden, wieso ein erfolgreiches Technologiemanagement mit einer entsprechenden effizienten Technologiebewertung schon heute von immenser Bedeutung ist und immer mehr an Bedeutung gewinnen wird. Folgend werden die Zielsetzungen dieser Masterarbeit beschrieben, um daraus konkrete Forschungsfragen ableiten zu können. Ebenso wird in diesem Kapitel der formale Aufbau dieser Masterarbeit beschrieben und durch einen Bezugsrahmen grafisch dargestellt. Abschließend wird in einem eigenen Punkt der Bezug zum Innovationsmanagement hergestellt. Dabei wird geklärt, welche Rolle das Technologiemanagement innerhalb des Innovationsmanagements einnimmt und welche Zusammenhänge dabei vorliegen.

1.1 Problemstellung/Ausgangssituation

Produzierende Unternehmen in der Automobilzulieferindustrie sehen sich gegenwertig mit mannigfaltigen Problemstellungen konfrontiert. Dies sind – um hier exemplarisch nur ein paar anzuführen – kürzer werdende Produktlebenszyklen, eine generell hohe Marktdynamik, bessere Qualität zu einem niedrigeren Preis sowie gesetzliche Änderungen. Um diesen Herausforderungen erfolgreich entgegnen zu können, müssen die Unternehmen eine entsprechende Weitsicht in ihrer Produktentwicklung aufweisen. Jedoch können erst durch den Einsatz der richtigen Technologien die richtigen und somit gewinnbringenden Produkte entwickelt werden. Technologien sind somit als das Fundament von Produkten anzusehen.

Ausgehend von dieser Betrachtung scheint es logisch, dass ein erfolgreiches Technologiemanagement, gerade in Hochlohnländern, von absoluter Priorität ist. Nur wer sich frühzeitig für die richtige Technologie entscheidet, ist in der Lage, dauerhaft wettbewerbsfähig zu sein und so am Markt bestehen zu können. Somit kommt der Technologiebewertung, als Phase des Technologiemanagements, eine fundamentale Rolle zu.[1]

Unternehmen müssen ihre Vorhaben stets mit begrenzten Ressourcen (Mitarbeiter, Know-how, Geld usw.) umsetzen. Daher muss das Ziel jedes Unternehmens sein, seine Ressourcen so effizient wie möglich einzusetzen, um den wirtschaftlichen Erfolg zu maximieren. *Vahs/Brem* sprechen den Kosten aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise eine wesentliche Zielgröße für Innovationen zu, wobei unter Kosten der in Geldeinheiten bewertete Verbrauch der Inputgüter (Material, Personal, Maschinen usw.) verstanden wird. Die besondere Bedeutung des Faktors Kosten wird dadurch begründet, dass sich viele Unternehmen mittlerweile in einem Käufermarkt und somit in einem hoch kompetitiven Umfeld befinden. Abb. 1 zeigt den Kostenverlauf in Abhängigkeit des Innovationsprozesses. Je weiter vorangeschritten der Innovationsprozess ist, desto höher sind die entstandenen Kosten, bzw. geringer ist ihre Beeinflussbarkeit.[2]

[1] Vgl. Friedli (2005), Onlinequelle [06.11.2019].

[2] Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 46.

Die frühe Phase des Innovationsprozesses ist also maßgeblich für den weiteren Verlauf der Kosten verantwortlich. Fehlentscheidungen, die in dieser Phase gemacht werden, können sich besonders gravierend auf den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens auswirken. Dies soll nochmals die Wichtigkeit eines erfolgreichen Technologiemanagements mit einer entsprechend effektiven und effizienten Technologiebewertung unterstreichen. Nur wer mit der richtigen Technologie in die Produktentwicklung startet, kann später erfolgreiche Produkte entwickeln und sie in weiterer Folge erfolgreich vermarkten.

Gerade in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) kommt dem Technologiemanagement, insbesondere der frühen Phase, leider oft eine untergeordnete Rolle zu. Gründe dafür sind unter anderem komplizierte Werkzeuge und eine unzureichende Methodenkenntnis im Unternehmen, mangelnde Ressourcen und der fehlende Zugang zu relevanten Informationen. Insgesamt fehlt es den Unternehmen oft an einer Entscheidungshilfe als Unterstützung bei der Werkzeugauswahl und an einem Vorgehen, wie die Werkzeuge entsprechend ihren individuellen Stärken eingesetzt werden können.[3]

Die Literatur kennt eine Vielzahl an Analyse- und Bewertungswerkzeugen für Technologien. Da aber so gut wie kein Unternehmen dem anderen gleicht, besteht die Schwierigkeit darin, keine pauschale, unternehmensübergreifende Aussage über die Gültigkeit und Anwendbarkeit dieser Werkzeuge machen zu können. Die Modelle aus der Literatur entsprechen einem „Breitbandantibiotikum“, denen der unternehmensspezifische Bezug fehlt. Auch liefert die Literatur kein befriedigendes Ergebnis, wenn es darum geht, verschiedene Technologiearten zu beurteilen. Hier wird stets nur von Technologiebewertung im Allgemeinen gesprochen.

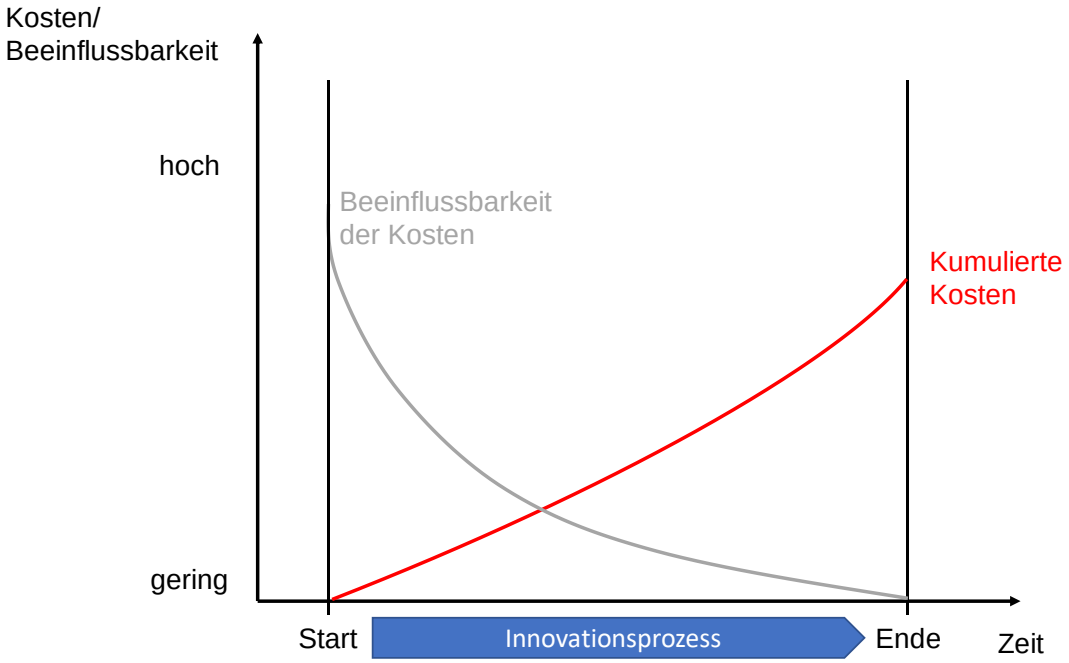


Abb. 1: Kostenbeeinflussbarkeit und Kostenverlauf im Innovationsprozess,
Quelle: Vahs/Brem (2015), S. 46 (leicht modifiziert).

[3] Vgl. Mieke (2006), S. 1.

1.2 Zielsetzung

Entsprechend dem formalen Aufbau dieser Masterarbeit gibt es sowohl für den Theorieteil als auch für den Praxisteil eine Zielsetzung. Die Zielsetzung des Theorieteils ist es, aufbauend auf die bereits vorhandene Literatur ein generisches Vorgehensmodell zu entwickeln, mit dem KMU aus der Automobilzulieferindustrie Technologien in ihrem Unternehmen effizient beurteilen können. Das Vorgehensmodell ist dabei so zu gestalten, dass es den Anforderungen von KMU aus der Automobilzulieferindustrie entspricht und auch von Personen angewandt werden kann, die kein vertiefendes Wissen im Bereich des Technologiemanagements aufweisen. Dadurch soll dem Umstand Rechnung getragen werden, dass in vielen KMU mehrere Funktionen/Tätigkeiten parallel zum Tagesgeschäft ausgeführt werden müssen. Die Komplexität der Technologiebewertung soll also im Vorgehensmodell an sich stecken und nicht in dessen Anwendung.

Die Zielsetzung des Praxisteils ist es, das entwickelte generische Vorgehensmodell in ein firmenspezifisches Vorgehensmodell zu transferieren, dieses dann am Beispiel der Firma VENTREX Automotive GmbH anzuwenden und entsprechend auf seine Praxistauglichkeit zu validieren. Dazu soll jeweils eine Produkt- und eine Prozesstechnologie hinsichtlich ihrer aktuellen Attraktivität für das Unternehmen beurteilt werden. Auf Basis der Erkenntnisse und Ergebnisse aus der Anwendung des Vorgehensmodells soll im Anschluss eine Handlungsempfehlung gegeben werden, ob die jeweilige Technologie aus heutiger Sicht weiterverfolgt werden sollte oder nicht. Sollte sich bei der Evaluierung der Technologie herausstellen, dass die Technologie aus heutiger Sicht nicht umgesetzt werden sollte, so muss die Handlungsempfehlung beinhalten, was sich ändern müsste, um die Attraktivität entsprechend zu erhöhen. Mit dieser Erkenntnis können dann entsprechende strategische Schritte durch das Managementteam eingeleitet werden.

Der Fokus dieser Arbeit liegt ganz klar auf der Beurteilung von neuen Technologien hinsichtlich ihrer aktuellen Attraktivität, wobei sich Attraktivität hier rein auf die technologische Attraktivität bezieht. Eine wirtschaftliche Beurteilung der Technologie würde den Rahmen dieser Masterarbeit sprengen und wird deshalb bewusst außen vor gelassen. Die Beurteilung der wirtschaftlichen Attraktivität kann somit als Nicht-Ziel dieser Arbeit formuliert werden. Des Weiteren soll sich diese Arbeit nicht mit dem Thema der Technologiefrüherkennung bzw. Technologieidentifikation auseinandersetzen. Die Ergebnisse aus der Technologiefrüherkennung bzw. Technologieidentifikation fließen in das Vorgehensmodell ein und können somit als Input gesehen werden.

1.3 Forschungsfragen

Aufbauend auf Unterkapitel 1.1 und 1.2 lassen sich für die vorliegende Arbeit drei zentrale Forschungsfragen ableiten und formulieren. Ähnlich den Zielsetzungen dieser Masterarbeit wird auch bei den Forschungsfragen zwischen Theorieteil und Praxisteil unterschieden.

Forschungsfrage eins soll mit dem Abschluss des Theorieteils beantwortet werden. Bei der Forschungsfrage zwei soll beantwortet werden, ob das generische Vorgehensmodell 1:1 in das Unternehmen VENTREX Automotive GmbH transferiert werden kann oder ob noch unternehmens-

spezifische Anpassungen notwendig sind. Die Forschungsfrage drei beschäftigt sich abschließend mit dem Benefit, den das Unternehmen durch dieses Vorgehensmodell erhält. Dabei sollen für das Managementteam konkrete Handlungsempfehlungen bezüglich der untersuchten Technologien gegeben werden.

1. Wie sieht ein generisches Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie aus, welches die besonderen Gegebenheiten der Unternehmensklasse und Branche berücksichtigt?
2. Wie sieht ein VENTREX Automotive GmbH-spezifisches Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien aus? Kann das generische Vorgehensmodell 1:1 in das Unternehmen transferiert werden, oder sind noch unternehmensspezifische Anpassungen notwendig?
3. Welche Handlungsempfehlungen können aufgrund der Anwendung des Vorgehensmodells für die Firma VENTREX Automotive GmbH abgeleitet werden? Sollte die betrachtete Technologie aus heutiger technologischer Sicht weiterverfolgt werden oder nicht? Wenn die Technologie aus heutiger technologischer Sicht nicht attraktiv ist, was muss sich ändern, damit sie es wird?

1.4 Aufbau der Arbeit

Der grafische Bezugsrahmen spiegelt den logischen Aufbau dieser Masterarbeit wider. Abb. 2 zeigt den roten Faden der verfassten Masterarbeit mit dessen dazugehörigen Kapiteln sowie deren Zusammenhänge. Jedes Kapitel dient dazu, ein gewisses Ziel zu erreichen. Die jeweiligen Ziele wurden in den hellblauen Boxen unter dem jeweiligen Kapitel formuliert.

Diese Masterarbeit ist grundsätzlich in zwei große Hauptteile gegliedert. Einem Theorieteil, der mit der Einleitung in das Thema startet und mit einem generischen Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie endet, sowie einem Praxisteil, der das entwickelte Vorgehensmodell in einem Unternehmen aus der Automobilzulieferindustrie auf seine Praxistauglichkeit überprüft.

In Kapitel 1 werden nach einer Beschreibung der Ausgangssituation und Problemstellung die Ziele und die daraus abgeleiteten Forschungsfragen beschrieben bzw. formuliert. Ebenso wird in diesem Kapitel der Bezug zum Innovationsmanagement hergestellt. Das Kapitel 2 beleuchtet das Einsatzgebiet des Vorgehensmodells, also KMU in der Automobilzulieferindustrie. Dabei werden die Charakteristika und Besonderheiten dieser Unternehmensklasse und Industrie herausgearbeitet und entsprechend beschrieben. Kapitel 3 dient dazu, ein grundlegendes Verständnis für das Thema Technologiemanagement zu erarbeiten. Folgend werden in Kapitel 4 die in der Literatur bereits existierenden Ansätze zur Technologiebewertung untersucht und der Handlungsbedarf, bezogen auf die konkrete Zielsetzung dieser Masterarbeit, aufgezeigt. Das Kapitel 5 beschäftigt sich mit der Entwicklung eines generischen Vorgehensmodells zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie. Dazu wird aufgrund der zuvor geleisteten Arbeit eine Werkzeugauswahl getroffen und anschließend werden die Werkzeuge in eine entsprechende Logik gebracht, welche eine systematische Abarbeitung des Vorgehensmodells ermöglicht. Um das Anwenden des Vorgehensmodells zu ermöglichen, werden in Kapitel 6 die verwendeten Werkzeuge des Vorgehensmodells näher beschrieben. Damit wird Klarheit

geschaffen, warum und vor allem wie die Werkzeuge anzuwenden sind. Als Abschluss des Theorieteils werden die gewonnen Erkenntnisse in der Conclusio von Kapitel 7 zusammengefasst und zugleich ein Ausblick auf die weitere Vorgehensweise im Praxisteil gegeben.

Der Praxisteil beginnt mit Kapitel 8, das die Unternehmung, in der das entwickelte Vorgehensmodell angewandt wird, vorstellt und beschreibt. Dabei wird vor allem ein Überblick über die aktuellen Produkte und Märkte des Unternehmens gegeben. Da das zuvor entwickelte generische Vorgehensmodell einen grundsätzlichen Anspruch auf Allgemeingültigkeit besitzt – sowohl in Unternehmensunabhängigkeit als auch in Technologieunabhängigkeit – wird anschließend geklärt, ob und wie weit das generische Vorgehensmodell geändert werden muss, um als ein VENTREX Automotive-spezifisches Vorgehensmodell zu gelten. Damit ist die Firma VENTREX Automotive GmbH in der Lage, sowohl Produkt- als auch Prozesstechnologien auf ihre aktuelle Attraktivität zu untersuchen. Das Kapitel 9 beschäftigt sich anschließend mit der konkreten Anwendung des Vorgehensmodells in der Unternehmenspraxis. Zur Evaluierung der Praxistauglichkeit des unternehmensspezifischen Vorgehensmodells werden jeweils eine Produkt- und eine Prozesstechnologie in das Vorgehensmodell eingeschleust und den entsprechenden Modulen und Werkzeugen unterzogen. Dadurch ist es am Ende möglich, für die Firma VENTREX Automotive GmbH eine Handlungsempfehlung über den weiteren Umgang bezüglich der untersuchten Technologien geben zu können. Den Abschluss dieser Masterarbeit bildet Kapitel 10 mit einer Conclusio des Praxisteils, die die wesentlichen Erkenntnisse und Lessons Learned aus der Anwendung der Vorgehensmodelle zusammenfasst.

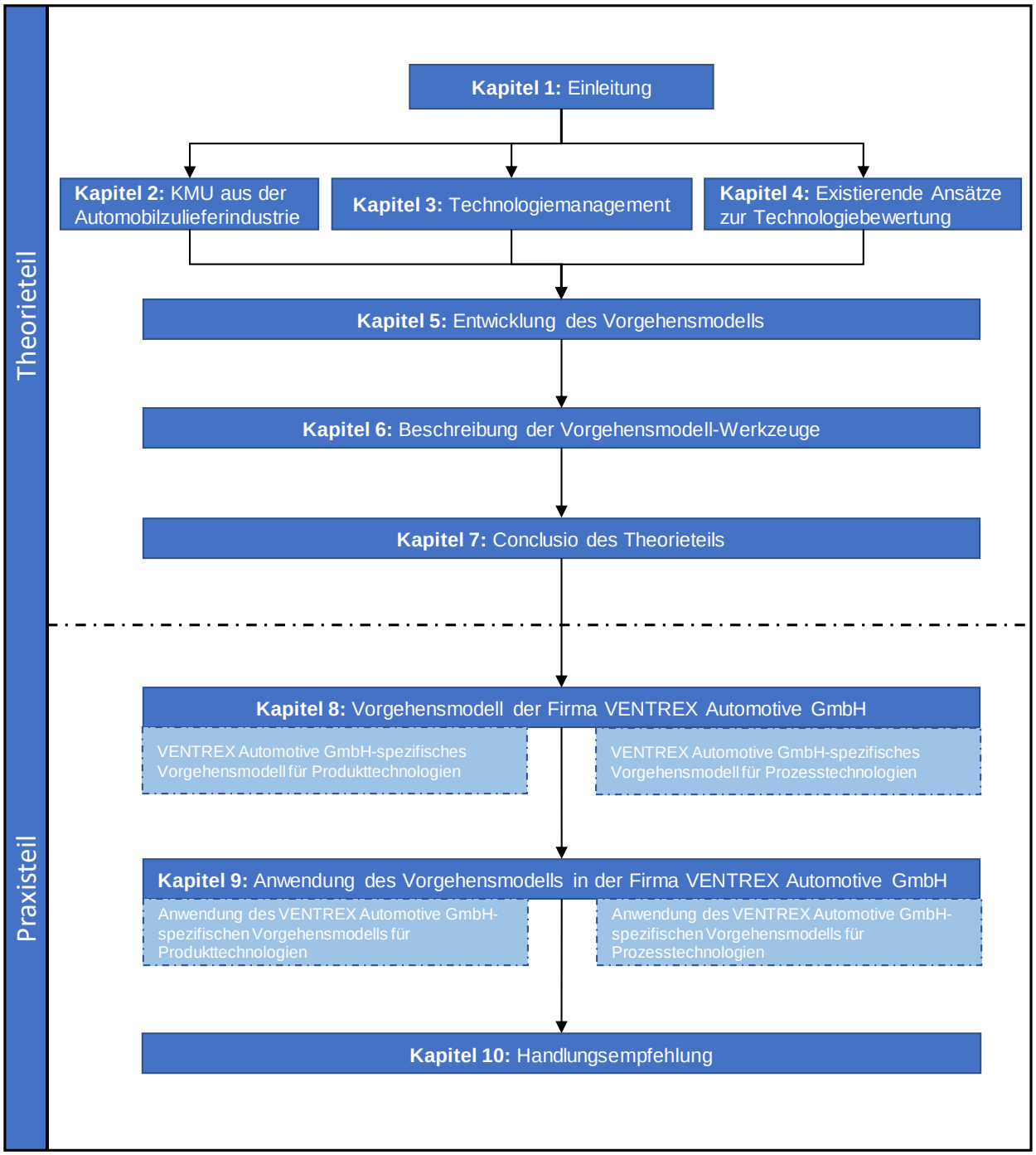


Abb. 2: Bezugsrahmen, Quelle: Eigene Darstellung.

1.5 Bezug zum Innovationsmanagement

Die vorliegende Masterarbeit wird am Campus 02, Studienrichtung Innovationsmanagement, verfasst. Dementsprechend muss die Arbeit einen Bezug zum Innovationsmanagement aufweisen. Im Folgenden wird dieser Bezug beschrieben und näher erläutert.

Übergeordnet beschäftigt sich diese Arbeit mit dem Thema Technologiemanagement, weshalb auch die Zusammenhänge bzw. Abgrenzungen zwischen Innovationsmanagement und Technologiemanagement näher untersucht werden. In der Literatur wird bei der Abgrenzung zwischen Innovationsmanagement und Technologiemanagement stets auch das Thema Forschung und Entwicklung (F&E) mitbetrachtet. Deshalb findet auch das F&E-Management in der Herstellung des Bezugs Berücksichtigung.

Sieht man Technologie und Innovation als Managementaufgabe, so muss zuerst geklärt werden, was unter Management überhaupt verstanden wird. Heutzutage gibt es in den Wirtschaftswissenschaften eine Vielzahl an Definitionen bezüglich des Managementbegriffs, aufgrund der möglichen unterschiedlichen Ausprägungen des Managements jedoch keine allgemeingültige Definition. Jeder Managementbereich hat aber grundsätzlich zwei Sichtweisen. Zum einen eine funktionale Perspektive und zum anderen eine institutionelle Perspektive. Die funktionale Perspektive betrachtet Management als Tätigkeiten, die im Rahmen der Unternehmensführung zu erbringen sind. Dazu gehören vor allem die Funktionen und Prozesse, die zur Erfüllung der Managementaufgabe nötig sind. Die institutionelle Perspektive hingegen beschäftigt sich mit den Personen, die eine leitende Aufgabe im Unternehmen ausführen. Je nach Aufgaben- und Verantwortungsbereich kann hier zwischen Top-, Middle- und Lower-Management unterschieden werden.[4]

Das Innovationsmanagement beschäftigt sich mit allen Aufgaben, die zwischen der Grundlagenforschung und der Markteinführung anfallen. Dazu zählen vor allem die Planung, Steuerung, Organisation und Kontrolle in Bezug auf die Umsetzung von Ideen in erfolgreiche Produkte bzw. Dienstleistungen. Die Aufgaben des F&E-Managements sind schon enger zu fassen. Beginnend mit der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung und Vorentwicklung bis hin zur Produkt- und Prozessentwicklung. Dabei geht es in erster Linie um die systematische Gewinnung von Wissen, welches dann in Prototypen angewandt werden kann.[5]

Das Technologiemanagement grenzt sich vom F&E-Management durch einen noch spezifischeren Betrachtungsgegenstand ab. Die Hauptaufgabe des Technologiemanagements ist neben dem Aufbau der technologischen Wettbewerbsfähigkeit auch dessen Aufrechterhaltung und Ausbau. Daraus geht hervor, dass sich das Technologiemanagement nicht nur auf neue Technologien fokussiert, sondern – im Gegensatz zum Innovationsmanagement – sich auch mit bereits im Unternehmen bestehenden und somit etablierten Technologien auseinandersetzt.[6]

[4] Vgl. Haric (2018), Onlinequelle [31.10.2019].

[5] Vgl. Poglitsch (2018), Onlinequelle [31.10.2019].

[6] Vgl. Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 17.

Abb. 3 zeigt die oben beschriebenen Zusammenhänge zwischen Innovationsmanagement, F&E-Management und Technologiemanagement nochmals grafisch aufbereitet. Die Abbildung verdeutlicht, dass das Innovationsmanagement als Sammelbegriff über die beiden anderen Managementbereiche gespannt werden kann.

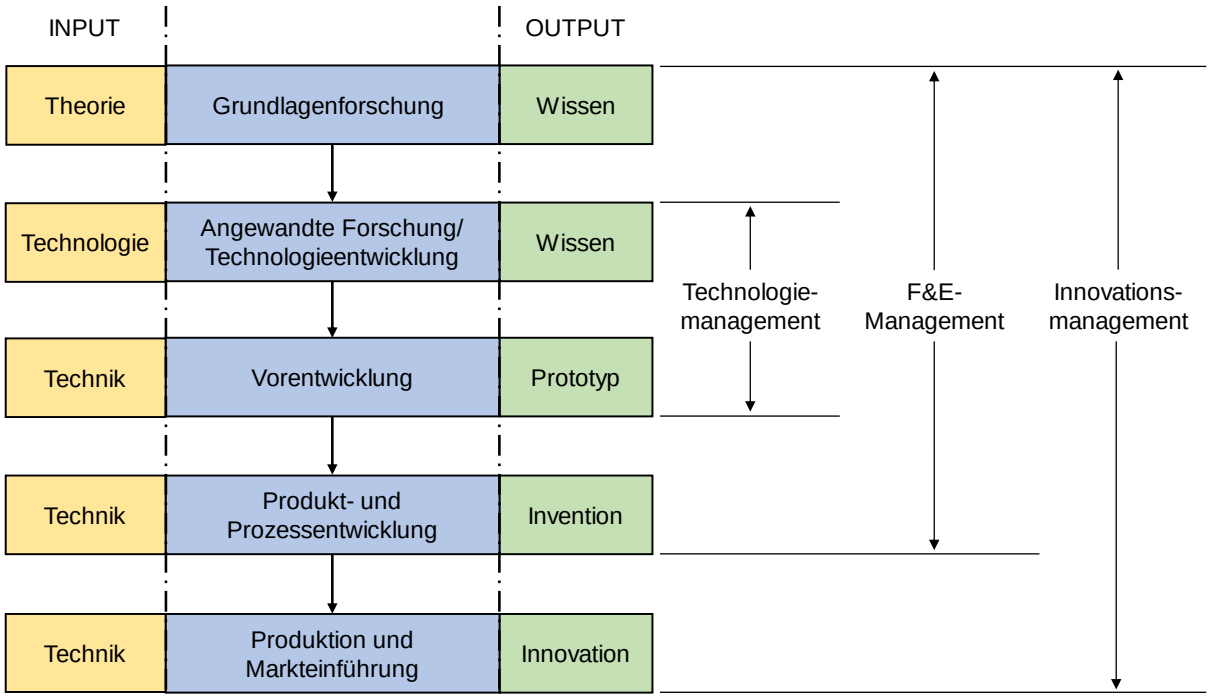


Abb. 3: Innovationsmanagement, F&E-Management und Technologiemanagement,
Quelle: In Anlehnung an Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 16.

2 KMU AUS DER AUTOMOBILZULIEFERINDUSTRIE

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit einem Vorgehensmodell, welches in KMU aus der Automobilzulieferindustrie eingesetzt werden soll. Das folgende Kapitel dient dazu, die Charakteristika für KMU und die der Automobilzulieferindustrie zu erarbeiten. Dies ist notwendig, da im Vorgehensmodell nur Werkzeuge zum Einsatz kommen sollen, welche von besonderer Eignung für kleine und mittlere Unternehmen aus der Automobilzulieferindustrie sind. Dazu werden die Besonderheiten von KMU mit denen von Großunternehmen (GU) vergleichend gegenübergestellt und die Automobilzulieferindustrie mit ihren Eigenheiten beschrieben.

2.1 KMU

Kleine und mittlere Betriebe bilden das Rückgrat der österreichischen Wirtschaft. Laut der Wirtschaftskammer Österreich (WKO), zählen 99,8 % der heimischen Unternehmen zu den KMU (Stand 2018). Wobei davon 93,6 % Kleinstunternehmen, 5,2 % Kleinunternehmen und 1 % mittlere Unternehmen sind. Lediglich 0,2 % der österreichischen Unternehmen sind als Großunternehmen einzustufen (s. Abb. 4).[7]

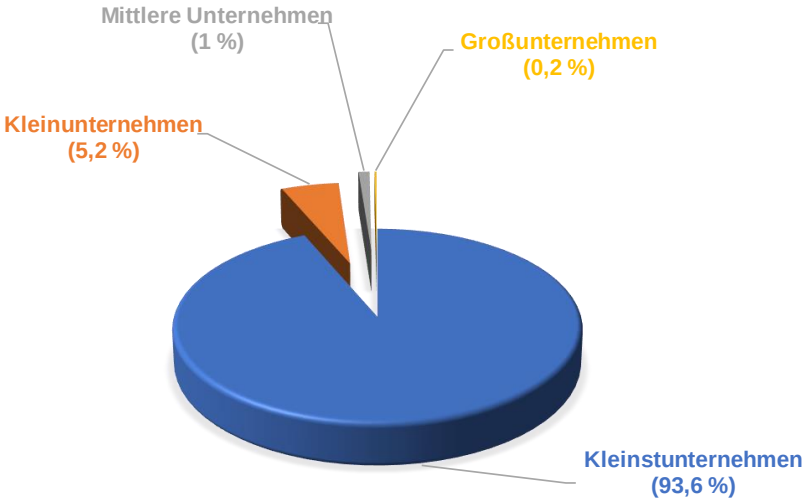


Abb. 4: Unternehmensklassifikation in Österreich, Quelle: WKO (Hrsg.) (2018), Onlinequelle [31.10.2019] (leicht modifiziert).

Um im weiteren Verlauf auf die Charakteristika von KMU eingehen zu können, ist es zuerst notwendig zu definieren, ab wann man überhaupt von einem KMU spricht. Wie so oft gibt es auch hier keine eindeutige bzw. verbindliche Definition, wann ein Unternehmen als kleines bzw. mittleres Unternehmen einzustufen ist. Die Literatur kennt aber eine Vielzahl von quantitativen und qualitativen Merkmalen, welche bei der Klassifizierung innerhalb der KMU-Kategorie und gegenüber GU unterstützen.[8]

Im Folgenden sollen nun die quantitativen und qualitativen Merkmale herausgearbeitet werden, um so abschließend die Besonderheiten der KMU aufzeigen zu können.

[7] Vgl. WKO (Hrsg.) (2018), Onlinequelle [31.10.2019].

[8] Vgl. Ihlau/Duscha/Gödecke (2013), S. 3.

Betrachtet man die quantitativen Merkmale, so erkennt man, dass hier je nach Institution bzw. Gesetz verschiedene Klassifizierungen existieren. Exemplarisch werden hier die Definition der EU-Kommission und die des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) angeführt. Die Tab. 1 bezieht ihre Werte aus der EU-Empfehlung 2003/361/EG. Folgend zeigt Tab. 2 die Definition des IfM. Vergleicht man beide Tabellen, so fällt auf, dass sie sich zum einen hinsichtlich der Beschäftigtenanzahl unterscheiden und zum anderen, dass das IfM nicht bezüglich der Bilanzsumme differenziert. Wichtig für die Betrachtung der Anzahl der Beschäftigten ist an dieser Stelle noch, dass hier vom Vollzeitäquivalent (VZÄ) ausgegangen wird.

Unternehmensgröße	Zahl der Beschäftigten (VZÄ)	und	Umsatz/Jahr	oder	Bilanzsumme/Jahr
Kleinstunternehmen	≤ 9		≤ 2 Mio. €		≤ 2 Mio. €
Kleinunternehmen	≤ 49		≤ 10 Mio. €		≤ 10 Mio. €
Mittleres Unternehmen	≤ 249		≤ 50 Mio. €		≤ 43 Mio. €
Großes Unternehmen	≥ 250		> 50 Mio. €		> 43 Mio. €

Tab. 1: EU-Definition der Unternehmensklassen,
Quelle: In Anlehnung an Kommission der Europäischen Gemeinschaft (Hrsg.) (2003), Onlinequelle [31.10.2019].

Unternehmensgröße	Zahl der Beschäftigten (VZÄ)	und	Umsatz/Jahr
Kleinstunternehmen	≤ 9		≤ 2 Mio. €
Kleinunternehmen	≤ 49		≤ 10 Mio. €
Mittleres Unternehmen	≤ 499		≤ 50 Mio. €
Großes Unternehmen	≥ 500		> 50 Mio. €

Tab. 2: IfM-Definition der Unternehmensklassen, Quelle: IfM Bonn (Hrsg.) (2016),
Onlinequelle [31.10.2019] (leicht modifiziert).

Bei den quantitativen Merkmalen gibt es noch weitere Einschränkungen, welche aber aufgrund des Fokus dieser Arbeit nicht näher beleuchtet werden. Die essenzielle Erkenntnis aus den quantitativen Merkmalen ist, dass KMU gegenüber GU weniger Mitarbeiter beschäftigen und auch einen geringeren Umsatz bzw. eine geringere Bilanzsumme aufweisen. Viel wichtiger als die Unter- bzw. Überschreitung eines Grenzwerts sind für die Entwicklung eines Vorgehensmodells speziell für KMU die internen Strukturen und Besonderheiten von kleinen und mittleren Unternehmen. Deshalb werden folgend einige qualitative Merkmale von KMU näher beschrieben. Dadurch lassen sich weitere wesentliche Erkenntnisse dieser Unternehmensgröße gewinnen, welche später entsprechend im Vorgehensmodell berücksichtigt werden.

Die folgenden Kriterien haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sind jedoch ausreichend, um auf die Besonderheiten von KMU bei der Entwicklung des Vorgehensmodells eingehen zu können.

Bei KMU existiert häufig eine Überschneidung von Eigentümer und Unternehmensführung, was grundsätzlich zu schnelleren Entscheidungen führt. Gegenüber GU gibt es meist weniger Hierarchiestufen und somit einen direkteren Informations- bzw. Entscheidungsfluss. KMU zeigen aber auch diverse Schwachstellen auf. So bekommen KMU i.d.R. für Innovationsprojekte nur eingeschränkte Ressourcen und finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt.[9]

Es zeigt sich, dass in Großunternehmen tendenziell mehr Budget vorhanden ist und auch oft spezielle Fokusteams zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung eingesetzt werden können. Hingegen sind in KMU außertourliche Situationen meist von den Mitarbeitern neben dem Tagesgeschäft zu erledigen. GU besitzen ganze Abteilungen für Aufgaben, wo in KMU eine einzelne Person damit vertraut ist. Der Fokus von kleinen und mittleren Unternehmen liegt meist auf dem operativen Bereich, da hier der Umsatz bzw. Gewinn absehbar ist.[10]

Pfohl nennt eine Vielzahl an qualitativen Kriterien, die KMU gegenüber GU abgrenzen. So weisen z.B. kleine und mittlere Unternehmen ein eher unzureichendes Informationswesen auf. Werden Fehlentscheidungen getroffen, sind diese tendenziell schwerer auszugleichen und ihre Folgen, bezogen auf die Unternehmung, tiefergreifender. Betrachtet man den organisationalen Aspekt, so fällt auf, dass die Bindung zwischen den Mitarbeitern in KMU höher ist als in GU. Die Produkt- und Prozessentwicklung basiert in KMU fast ausschließlich auf einer Bedarfsorientierung, während GU auch die Grundlagenforschung in ihre Produkt- und Prozessentwicklung einfließen lassen.[11]

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse durch die quantitativen und qualitativen Merkmale lassen sich nun folgende Hauptanforderungen formulieren, denen ein Vorgehensmodell für KMU Folge leisten muss:

1) Das Vorgehensmodell muss einfach und verständlich aufgebaut sein, so dass es auch von Nicht-Technologiemanagern angewandt werden kann. Um das zu schaffen, muss es Standardvorlagen mit einer entsprechenden Anwendungsbeschreibung enthalten, die von den Anwendern befüllt werden können. Dies dient auch dazu, die oft fehlende Methodenkenntnis zu eliminieren.
2) Die Komplexität des Vorgehensmodells soll für den Anwender selbst nicht spürbar sein. Die Aufgabe des Anwenders ist es, die Werkzeuge anzuwenden und die Ergebnisse entsprechend den Vorgaben einzutragen. Die Komplexität muss im Vorgehensmodell selbst stecken und nicht in der Anwendung dessen Werkzeuge.
3) Aufgrund der begrenzten finanziellen Ressourcen soll das Vorgehensmodell auch ohne Inanspruchnahme von externen Beratungsunternehmen angewandt werden können.
4) Um Fehlentscheidungen vorzubeugen, sollen Technologien so umfassend wie möglich betrachtet werden und quantifizierte Entscheidungen getroffen werden können.
5) Da Mitarbeiter in KMU meist mehr als nur eine Rolle innerhalb des Unternehmens übernehmen müssen, soll die Anwendung des Vorgehensmodells so wenig wie möglich personelle Ressourcen binden.

[9] Vgl. Hube/Engelhardt (2014), S. 36 f.

[10] Vgl. Lindner (2018), Onlinequelle [31.10.2019].

[11] Vgl. Pfohl (2006), S. 18 ff.

2.2 Automobilzulieferindustrie

Im Folgenden wird die Automobilzulieferindustrie mit ihren Besonderheiten kurz umrissen und darauf aufbauend erklärt, warum sich das Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien die Automobilzulieferindustrie zum Ziel setzt.

Wenn in dieser Arbeit von Automobilzulieferern gesprochen wird, so sind damit Unternehmen gemeint, die materielle und/oder immaterielle Güter an Automobilhersteller (Original Equipment Manufacturer, OEM) liefern. Ob die Güter letztendlich in das Fahrzeug einfließen oder nur für den Herstellungsprozess benötigt werden, ist an dieser Stelle nicht von Belang.[12]

Automobilhersteller stehen heutzutage unter einem immer größer werdenden Zeitdruck und Zugzwang. Durch die Verwendung von Plattform- und Modularisierungskonzepten sowie durch Aufgabendelegation an Zulieferer versuchen sie, der Geschwindigkeit standzuhalten. Ähnlich einer Kaskade bzw. einer Pyramide werden die Aufgaben bei der Entwicklung und Produktion eines Fahrzeugs vom OEM bis hin zum Teilehersteller delegiert (s. Abb. 5). Die Bezeichnung *Tier* kommt aus dem Englischen und bedeutet so viel wie Rang. Im Kontext der Automobilzulieferer ist damit der hierarchische Rang des Zulieferers in der Lieferkette gemeint.[13]

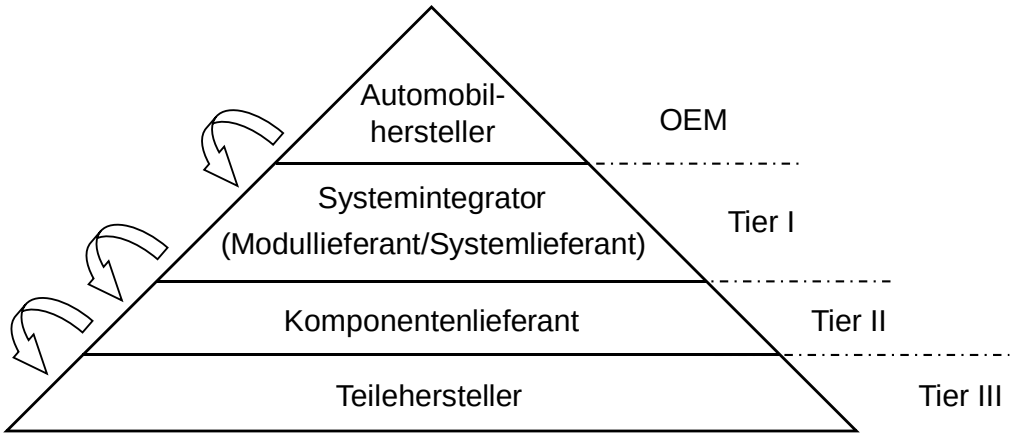


Abb. 5: Lieferantenpyramide in der Automobilindustrie, Quelle: Kurek (2004), S. 21 (leicht modifiziert).

Der Automobilhersteller selbst steht i.d.R. mit nur wenigen Zulieferern im direkten Kontakt. Diese direkten Zulieferer werden als Tier I-Lieferanten bezeichnet. Der Aufgabenbereich inkl. der Verantwortung solcher Zulieferer liegt bei komplexen Baugruppen, z.B. komplett montierte Räder. Ihre Komponenten beziehen Tier I-Lieferanten wiederum von anderen Lieferanten, den so genannten Tier II-Lieferanten. Der Komponentenlieferant liefert dann z.B. die Felgen oder die Ventile, die für die Räder benötigt werden. Die Zulieferer auf der zweiten Ebene stehen mit dem OEM meist nur mehr indirekt in Verbindung.

[12] Vgl. Mentz (2006), S. 8.

[13] Vgl. Kurek (2004), S. 21.

Beliefert werden die Tier II-Lieferanten von den Tier III-Lieferanten. Diese Lieferanten können als Basis der Pyramide gesehen werden und versorgen die Tier II-Lieferanten mit einfachen Bauteilen oder auch Rohmaterialien bzw. Halbzeugen.[14]

Der hohe Konkurrenzdruck der Erstausrüster wird ebenso wie die Entwicklung der Bauteile von oben nach unten weitergegeben. So ist die Automobilzulieferindustrie einem ständigen Druck ausgesetzt wie kaum eine andere Branche. Gründe dafür sind u.a. ein immer härter werdender globaler Wettbewerb, Preisdruck sowie steigende Material- und Rohstoffpreise.[15]

Ein Blick auf bzw. in ein Fahrzeug lässt oftmals nicht vermuten, wie viele Akteure bei der Herstellung beteiligt waren. Man sieht nur die Marke des OEM und vielleicht noch die des Tier I. Dabei sind es aber meist die Innovationen aus dem Mittelstand, die einen OEM so erfolgreich machen. Die wahre Innovationskraft liegt also beim Zulieferer und nicht beim Erstausrüster. Auch die Wertschöpfung innerhalb der Industrie hat sich stark verschoben. So lieferten die OEM in den achtziger Jahren noch 50 % der Wertschöpfung an einem Fahrzeug, während es 2015 nur mehr 20 % und weniger sind (s. Abb. 6).[16]

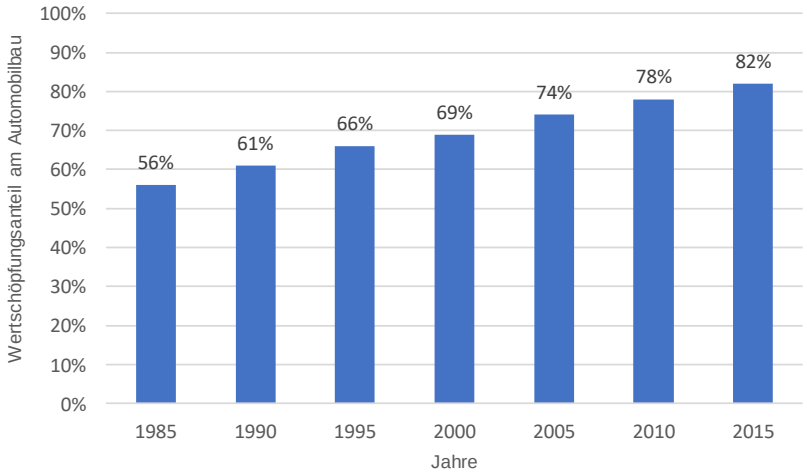


Abb. 6: Wertschöpfungsanteil der Automobilzulieferer von 1985 bis 2015,
Quelle: Statista GmbH (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [31.10.2019] (leicht modifiziert).

Obwohl die Automobilzulieferer 80 % und noch mehr der Wertschöpfung erzielen und seit 2010 ein Umsatzwachstum von ca. 47 % erzielt haben, werden sie lt. der *Global Automotive Supplier Study* von *LAZARD & Co. GmbH* und *Roland Berger GmbH* mit immer größeren Herausforderungen konfrontiert.[17] Die gesamte globale Wirtschaft ist durch einen technologischen und sozialen Wandel gekennzeichnet. Das Resultat dieses dynamischen Wandels ist ein hoher Innovations-, Wettbewerbs- und Kostendruck in der gesamten Automobilindustrie. Die Zulieferer werden zu ständigem Wachstum bei gleichzeitiger Kostenreduktion gezwungen.[18]

[14] Vgl. Kilper/Pries (1999), S. 11.

[15] Vgl. COSMO CONSULT AG (Hrsg.) (o.J.), Onlinequelle [31.10.2019].

[16] Vgl. Kemle (2018), Onlinequelle [06.11.2019].

[17] Vgl. Lazard & Co. GmbH/Roland Berger GmbH (Hrsg.) (2017), Onlinequelle [31.10.2019], S. 16.

[18] Vgl. KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.) (2008), Onlinequelle [07.04.2019], S. 1.

Wenn Automobilzulieferer auch in Zukunft am Markt bestehen wollen, müssen sie auf die globalen Trends reagieren und diese entsprechend in ihrer strategischen Planung berücksichtigen.[19] Um als Zulieferer diesen und weiteren Herausforderungen standzuhalten, ist es essenziell, die begrenzten Ressourcen innerhalb des Unternehmens effizient einzusetzen. Gerade in der Produktentwicklung können Wettbewerbsvorteile generiert werden. Dazu ist es aber notwendig, die Produkte auf den richtigen Technologien zur richtigen Zeit aufzubauen. Das Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien soll dabei unterstützend zur Verfügung stehen.

[19] Vgl. Bernegger u.a. (2018), Onlinequelle [31.10.2019], S. 5.

3 TECHNOLOGIEMANAGEMENT

In Unterkapitel 1.5 wurde der Begriff Technologiemanagement bereits kurz umrissen. Inhalt dieses Kapitels ist es nun, ein grundlegendes Verständnis für das Thema Technologiemanagement zu erarbeiten. Zuerst sollen wichtige Begrifflichkeiten erklärt werden, um ein einheitliches Verständnis der hier verwendeten Termini zu erzielen und so eventuelle Missverständnisse zu vermeiden. Aufbauend auf die Begriffsdefinitionen werden die Möglichkeiten, Technologien zu klassifizieren, aufgezeigt und beschrieben. Folgend wird der Ansatz zur Einordnung einer Technologie innerhalb ihres Lebenszyklus näher beschrieben. Ebenso wird die Technologie-Portfolio-Analyse, ein in der Praxis häufig verwendeter Ansatz zum Ableiten von Normstrategien von technologischen Vorhaben, vorgestellt. Den Abschluss dieses Kapitels bildet dann die Beantwortung der Fragen, warum Technologien überhaupt gemanagt werden müssen und in welcher Phase des Technologiemanagements das Ziel dieser Arbeit, die Beurteilung von Technologien, angesiedelt ist.

3.1 Begriffsdefinitionen

Im Folgenden sollen die Begriffe Theorie, Technologie und Technik erklärt und abgegrenzt werden. Sollten im Laufe der Arbeit noch weitere Begriffe zum besseren Verständnis definiert/erklärt werden müssen, so geschieht dies direkt im betreffenden Kapitel bzw. Unterkapitel.

Theorien können als nötige Vorstufe von Technologien verstanden werden. So beinhaltet eine Theorie eine Menge von bewährten Hypothesen, die miteinander in einer Ursachen-Wirkungs-Beziehung stehen. Der Zweck von Theorien ist es, die Realität durch diese Hypothesen zu erklären. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass zwischen Theorie und Technologie kein 1:1-Verhältnis bestehen muss. Zum Beispiel fließen in eine Antriebstechnologie eine Vielzahl von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und somit Theorien ein. Technologien bestehen also im Regelfall immer aus mehreren Theorien.[20]

Aufgrund obiger Definition könnte man nun meinen, um eine neue Technologie bzw. Technik entwickeln zu können, sei zuerst immer zwangsläufig eine Theorie notwendig. Dem ist aber nicht so. Besonders bei aus der Natur übernommenen Techniken oder ungeplanten Erfindungen entwickelt sich die Theorie oft erst auf Basis der Technologie bzw. Technik.[21]

Die Begriffe Technologie und Technik werden im deutschsprachigen Raum oft synonym verwendet. Das liegt daran, weil es kein einheitliches Verständnis für die beiden Begriffe gibt. Erschwerend kommt hinzu, dass es verschiedenste Definitionen und Ausprägungen der Begriffe gibt (s. Tab. 3). Üblicherweise wird unter Technologie das Wissen verstanden, das zur Lösung von praktischen Problemen im Unternehmen angewandt werden kann. Das Wissen besitzt also einen

[20] Vgl. Hofbauer u.a. (2009), S. 45.

[21] Vgl. Feldmann (2005), S. 16.

anwendungsorientierten Charakter. Technologie könnte im weitesten Sinne auch als Wissenschaft der Technik bezeichnet werden. Unter Technik hingegen wird meist die konkrete Anwendung von materialisierten Technologien in Produkten oder Verfahren verstanden.[22]

Wirft man einen Blick in die englischsprachige Literatur, so wird deutlich, dass es dort keine Unterscheidung zwischen Technologie und Technik gibt. Dort wird sowohl Technik als auch Technologie unter dem Begriff *technology* zusammengefasst.[23]

Begriff	Definition/Ausprägung	Inhalt	Beispiel
Technologie	• Wissenschaft der Technik • Naturwissenschaftliches Wissen	• Wissen • Intellektuell	• Nukleartechnologie
	• Wissen und technische Anwendung	• Wissen • Intellektuell und physisch	• Nukleartechnik und Anwendung
Technik	• Materialisierung der Technologie • Tatsächlich realisiertes Element einer Technologie	• Physische Umsetzung • Materiell	• Kernkraftwerk • Maschine
	• Fertigkeit	• Können	• Sport
	• Problemlösungstechnik	• Verfahren • Wissen	• Problemlösungs-verfahren

Tab. 3: Klassische Abgrenzung Technologie und Technik, Quelle: Binder/Kantowsky (1996), S. 90 (leicht modifiziert).

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse erscheint es nicht sinnvoll, eine strenge Trennung zwischen Technologie als Wissen und Technik als Anwendung vorzunehmen. *Binder/Kantowsky* schlagen ein integratives Begriffssystem vor, in dem sie beide Begriffe vereinen (s. Abb. 7). Dabei beschäftigt sich die Technologie nicht nur mit Wissen und Kenntnissen, sondern auch mit Fertigkeiten und Fähigkeiten zur Lösung von technischen Problemen, die letztlich zur praktischen Umsetzung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen dienen. Die Technik wird im integrativen Begriffssystem als Subsystem der Technologie gesehen und beinhaltet nach wie vor die Materialisierung als Aufgabe.[24]

[22] Vgl. Gerpott (2005), S. 17 f.

[23] Vgl. Binder/Kantowsky (1996), S. 91.

[24] Vgl. Binder/Kantowsky (1996), S. 91 f.

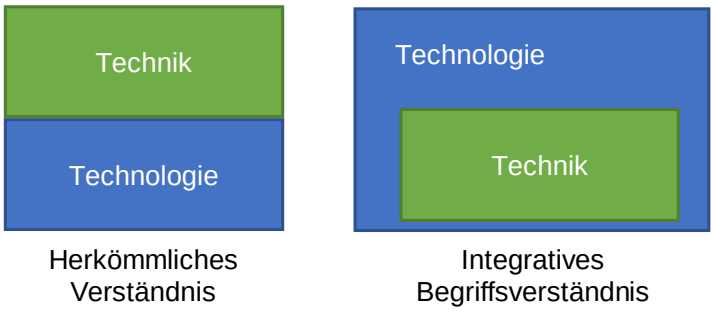


Abb. 7: Herkömmliches und integratives Begriffsverständnis,
Quelle: Binder/Kantowsky (1996), S. 92 (leicht modifiziert).

Auch *Gerpott* steht einer strikten Abgrenzung von Technologie als Wissen und Technik als Anwendung kritisch gegenüber. Vielmehr ist für ihn der Übergang zwischen Technologie und Technik oftmals fließend. Zudem nennt er den Kritikpunkt, dass es an operationalen Kriterien mangelt, die bestimmen, wann es sich um eine technologische und wann um eine technische Lösung handelt.[25]

Wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit von Technologie gesprochen, so bezieht sich dies auf die integrative Begriffsdefinition von *Binder/Kantowsky*, wobei unter Technologie im weitesten Sinne auch die Anwendung des Wissens verstanden wird.[26]

3.2 Klassifikation von Technologien

In Unterkapitel 3.1 wurde erläutert, was in dieser Arbeit unter dem Begriff Technologie verstanden wird. Nun muss noch geklärt werden, welche Arten von Technologien es gibt und wofür sie eingesetzt werden. Eine Zielsetzung dieser Arbeit ist es, ein Vorgehensmodell zu entwickeln, mit dem verschiedene Technologiearten hinsichtlich ihrer Attraktivität beurteilt werden können. Daher ist es zu Beginn notwendig, die unterschiedlichen Klassifikationen von Technologien zu untersuchen und entsprechend gegeneinander abzugrenzen.

Wie auch Innovationen nach verschiedenen Gesichtspunkten klassifiziert werden können, so können auch Technologien unterschiedliche Ausprägungen annehmen. Dafür existiert in der Theorie eine Vielzahl von Klassifikationskriterien. In der Praxis haben sich aber die Klassifikationen nach dem Einsatzgebiet und der Lebenszyklusphase etabliert (s. Tab. 4).[27]

[25] Vgl. Gerpott (2005), S. 19.

[26] Vgl. Binder/Kantowsky (1996).

[27] Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 26.

Klassifikationskriterium	Kriterienausprägungen	Erläuterung
Einsatzgebiet	Produkttechnologie	Produkttechnologien sind Bestandteil der verkauften Leistung.
	Prozesstechnologie	Prozesstechnologien werden zur Leistungsherstellung benötigt.
Lebenszyklusphase	Schrittmachertechnologie	Schrittmachertechnologien sind neue Technologien mit großem Weiterentwicklungspotenzial.
	Schlüsseltechnologie	Schlüsseltechnologien sind noch relativ neue Technologien, werden aber bereits vermehrt am Markt eingesetzt und besitzen noch Weiterentwicklungs-potenzial.
	Basistechnologie	Basistechnologien werden von allen Wettbewerbern am Markt eingesetzt und können keinen wirklichen Wettbewerbsvorteil generieren. Es handelt sich um eine ausgereifte Technologie.

Tab. 4: Technologieklassifikation nach dem Einsatzgebiet und der Lebenszyklusphase,
Quelle: Gerpott (2005), S. 26 (leicht modifiziert).

Die vorliegende Masterarbeit beschränkt sich in der Beurteilung der Technologie nicht allein auf eine einzelne Kriterienausprägung, sondern liefert einen Ansatz, mit dem sowohl Produkt- als auch Prozesstechnologien beurteilt werden können. Auch soll das Vorgehensmodell in jeder Lebenszyklusphase einer Technologie anwendbar sein. Hier unterscheidet sich das Vorgehensmodell von bereits existierenden Ansätzen aus der Literatur, welche oft nur die eine oder die andere Kriterienausprägung zum Gegenstand haben (s. Kapitel 4).

3.3 Technologielebenszyklus

Die in Tab. 4 gezeigten Ausprägungen innerhalb der Lebenszyklusphase zeigen bereits eine Möglichkeit, Technologien entsprechend ihres Lebenszyklus zu klassifizieren. In der Literatur existieren aber mehrere Ansätze, Technologien innerhalb ihres Lebenszyklus einzustufen. Bei der Bewertung von neuen Technologien spielt die Einstufung der aktuellen Position der zu untersuchenden Technologie eine wichtige Rolle. Im Folgenden soll daher das Konzept der Technologielebenszyklen zuerst allgemein beschrieben und anschließend ein Überblick über die verschiedenen Technologielebenszyklus-Konzepte gegeben werden.

Technologien durchlaufen – ähnlich wie Produkte – einen gewissen Lebenszyklus. Dabei sind sie in ihrem Verhalten dynamisch und in ihrer strategischen Bedeutung für das Unternehmen, je nach Position im Technologielebenszyklus (TLZ), unterschiedlich.[28] Es lässt sich also sagen, dass die strategische Relevanz von Technologien abhängig von der jeweiligen Lebenszyklusphase der Technologie ist. Durch die Verwendung von revolutionären, bahnbrechenden Technologien besitzt das Unternehmen zum einen die Möglichkeit, sich stark von der Konkurrenz zu differenzieren und so einen Wettbewerbsvorteil zu generieren, und zum anderen sind die Weiterentwicklungsmöglichkeiten viel höher als bei bereits etablierten Technologien.[29] Eine wesentliche Aufgabe des Technologiemanagements ist daher, das dynamische Verhalten zu erfassen, zu analysieren und entsprechende strategische Maßnahmen abzuleiten.[30]

Obwohl die Literatur mittlerweile eine Vielzahl von verschiedenen Technologielebenszyklus-Modellen kennt, ist an dieser Stelle auf ihre beschränkte Aussagefähigkeit hinzuweisen und davor zu warnen, sich bei strategischen Entscheidungen rein auf den Kurvenverlauf von Technologielebenszyklen zu verlassen.[31] Der Hauptgrund für die beschränkte Aussagekraft ist, dass eine Technologie nicht zwangsläufig den gesamten idealtypischen Lebenszyklus durchlaufen muss.[32] Technologien können frühzeitig verdrängt oder aufgegeben werden, wenn z.B. ihre Wettbewerbsbedeutung stark abgenommen oder sich eine andere Technologie als leistungsfähiger erwiesen hat.[33]

Werden Technologielebenszyklen nicht als isoliertes Einzelwerkzeug, sondern im Verbund mit weiteren Planungs- und Analysewerkzeugen, verwendet, haben sie dennoch einen berechtigten Platz innerhalb des strategischen Technologiemanagements.[34] Durch die Analyse von Technologielebenszyklen lassen sich so z.B. Aussagen über die aktuelle und noch zu erwartende Technologieattraktivität treffen.[35]

Tiefel hat in seinem Werk verschiedene Technologielebenszyklus-Modelle erläutert und sie abschließend entsprechend ihrer Eignung für den Praxiseinsatz gegenübergestellt (s. Tab. 5). Dafür hat er die existierenden Modelle anhand von drei Fragestellungen kritisch analysiert:[36]

1) Weist das Lebenszyklusmodell Kriterien zur Definition und Abgrenzung der zu untersuchenden Technologie auf?
2) Ist das Lebenszyklusmodell geeignet, bisherige Entwicklungen einer Technologie zu beschreiben und zu erklären?
3) Lassen sich mit dem Lebenszyklusmodell Aussagen bezüglich der zukünftigen Entwicklung der zu untersuchenden Technologie treffen?

---

[28] Vgl. Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

[29] Vgl. Wolfrum (1991), S. 97.

[30] Vgl. Schuh u.a. (2011), S. 37.

[31] Vgl. Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 73.

[32] Vgl. Wolfrum (1991), S. 100.

[33] Vgl. Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

[34] Vgl. Wolfrum (1991), S. 101.

[35] Vgl. Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 73.

[36] Vgl. Tiefel (2007), S. 26.

Frage-stellung / Modell	Existieren Kriterien zur Definition und Abgrenzung der zu untersuchenden Technologie?	Eignet sich das Modell zur Beschreibung und Analyse der bisherigen Technologieentwicklung?	Eignet sich das Modell zur Prognose der zukünftigen Technologie-entwicklung?	Primäre Eignung?
Mathematische Technologie-diffussionsmodelle	Nein	Begrenzt	Sehr begrenzt	Beschreibung bisheriger Technologieverläufe
TLZ-Modell von Ford und Ryan	Nein	Sehr begrenzt	Sehr begrenzt	Sensibilisierung für den fundamentalen Entwicklungsverlauf einer Technologie
TLZ-Modell von Ansoff	Nein	Sehr begrenzt	Sehr begrenzt	Darstellung der Interdependenzen zwischen Markt-, Produkt- und Technologielebenszyklus
Gartner Hype Cycle	Technologien werden ohne klare Systematik benannt	Annäherungsweise möglich	Sehr begrenzt	Orientierung bei der sich verändernden medialen Reflektion einer Technologie
S-Kurven-Konzept von McKinsey	Ungenau	Sehr begrenzt	Sehr begrenzt	Sensibilisierung für die begrenzte Leistungsfähigkeit einer Technologie und die Gefahr von Technologiesprüngen
TLZ-Modell von Arthur D. Little	Ungenau	Sehr begrenzt	Sehr begrenzt	Sensibilisierung für die unterschiedlichen strategischen Potenziale in Abhängigkeit vom Technologiealter

Tab. 5: Technologielebenszyklus-Modelle im Überblick, Quelle: Tiefel (2007), S. 47 (leicht modifiziert).

Obwohl sich lt. den Untersuchungen von *Tiefel* jedes Modell nur sehr begrenzt für den Praxiseinsatz eignet und primär für die Sensibilisierung geeignet ist, soll das Konzept der Technologielebenszyklen dennoch Anwendung im Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien finden.[37] Der Grund dafür ist, dass durch dieses Konzept relativ einfach grundlegende Informationen bezüglich der untersuchten Technologie gewonnen werden können. Ebenso sind die Technologielebenszyklen in der Unternehmenspraxis durchaus üblich und somit bereits einem breiten Publikum bekannt.

[37] Vgl. Tiefel (2007).

3.4 Technologie-Portfolio-Analyse

Technologie-Portfolio-Analysen spielen eine fundamentale Rolle innerhalb des Technologiemanagements. In der Unternehmenspraxis kommen solche Analysen vor allem als unterstützendes Werkzeug zur Formulierung von Technologie- bzw. Innovationsstrategien zum Einsatz. Den Ursprung haben Portfolio-Analysen in der Finanzwirtschaft, wo es darum geht, die optimale Festlegung seines Wertpapierportfolios zu ermitteln. Seit Anfang der Siebzigerjahre hat dieses Konzept, vorwiegend durch Unternehmensberater getrieben, in fast allen Gebieten der heutigen Unternehmensführung Einzug gehalten.[38]

Der große Vorteil der Portfoliotechnik ist, dass komplexe Zusammenhänge vereinfacht dargestellt werden können. So kann eine Vielzahl von Informationen, welche z.B. aus zuvor durchgeführten Umfeld- und Unternehmensanalysen generiert wurden, auf zwei Dimensionen reduziert werden. Aufgrund dessen wird diese Technik in der Praxis und Beratung sehr gerne als Entscheidungsinstrument verwendet.[39]

In der Literatur existiert mittlerweile eine Vielzahl von Portfolios. Im Kern ist ihr Aufbau aber immer derselbe. Das Portfolio entspricht dabei einer zweidimensionalen Matrix, welche häufig bzw. im Zusammenhang mit der Thematik der vorliegenden Masterarbeit eine unternehmensexterne und eine unternehmensinterne Ausprägung aufweist. Dabei ist die unternehmensexterne Ausprägung, im Gegenteil zur unternehmensinternen Ausprägung, nicht direkt vom Unternehmen beeinflussbar.[40]

Abb. 8 zeigt eine generische Darstellung eines Portfolios. Dabei wird das zu untersuchende Objekt, z.B. ein Produkt, Märkte oder Technologien, innerhalb der Matrix eingeordnet. So wird es dem Anwender ermöglicht, gewisse Handlungsempfehlungen geben zu können bzw. Entscheidungen treffen zu können.[41]

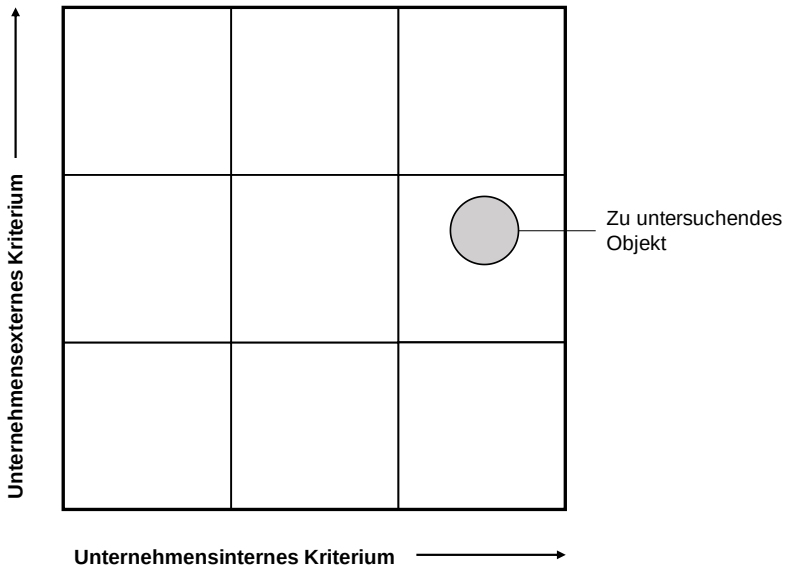


Abb. 8: Generischer Aufbau der Portfoliotechnik, Quelle: Bullinger (1994), S. 144 (leicht modifiziert).

[38] Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 135.

[39] Vgl. Dillerup/Stoi (2016), S. 296 f.

[40] Vgl. Bullinger (1994), S. 144.

[41] Vgl. Wolfrum (1991), S. 199.

Wie schon zuvor erwähnt, existiert in der Literatur, aber auch in der Praxis mittlerweile eine Vielzahl von verschiedenen Portfolios. Hauptsächlich unterscheiden sich diese Portfolios dadurch, welche Parameter zur Beschreibung der unternehmensexternen und unternehmensinternen Ausprägung verwendet werden.[42]

Auch innerhalb des Technologiemanagements existieren mehrere Portfolio-Analysemethoden, welche von Forschung und Praxis auch immer wieder weiterentwickelt werden.[43] Dabei findet das Technologieportfolio von *Pfeiffer et. al.* in der heutigen Unternehmenspraxis sowohl lt. *Welge/Al-Laham* als auch *Specht/Beckmann/Amelingmeyer* besonders große Beachtung.[44] Aufgrund dessen wird dieses Technologieportfolio im Folgenden näher beschrieben.

Das Technologieportfolio von *Pfeiffer et. al*. (s. Abb. 9) verfolgt das Ziel, die in einem Unternehmen verwendeten Technologien sowie deren potenzielle Substitutions- bzw. Komplementärtechnologien, hinsichtlich der unternehmensexternen Dimension Technologieattraktivität und der unternehmensinternen Dimension Ressourcenstärke in einem Technologieportfolio zu positionieren.[45] Aufbauend auf die Positionierung im Portfolio ist das Unternehmen in der Lage, entsprechende strategische Maßnahmen abzuleiten und eine entsprechende Ressourcenallokation durchzuführen.[46]

Die Technologieattraktivität, als nicht direkt vom Unternehmen beeinflussbare Größe, beschäftigt sich vor allem mit den wirtschaftlichen und technologischen Vorteilen, die von der zu untersuchenden Technologie zu erwarten sind. Die Ressourcenstärke, als direkt vom Unternehmen beeinflussbare Größe, beschreibt den Beherrschungsgrad hinsichtlich Finanz- und Know-how-Stärke der zu untersuchenden Technologie im Vergleich zum stärksten Konkurrenten.[47]

Das Vorgehen bei der Portfolio-Analyse nach *Pfeiffer et.al.* lässt sich in sechs Einzelschritte aufteilen:[48]

1) Identifikation von Produkt- und Prozesstechnologien
   Das Technologieportfolio nach *Pfeiffer et. al.* beginnt mit einer systematischen Analyse der hinter den Produkten und Prozessen stehenden Technologien. Durch eine stufenweise Analyse der Endprodukte bis auf ihre Einzelteile ergeben sich auf jeder Ebene verschiedene Produkt- und Prozesstechnologien. Abschließend werden beide Technologiearten in eine Liste eingetragen und dienen als Basis für die weiteren Schritte. Ebenso dient die Liste dazu, Synergiepotenziale zwischen verschiedenen Produkten transparent zu machen.
2) Beurteilung der Technologieattraktivität
   Im zweiten Schritt werden die zuvor identifizierten Technologien hinsichtlich ihrer Attraktivität und Relevanz für das Unternehmen auf einer Nominalskala von gering, mittel bis hoch eingestuft. Zur Beurteilung der Technologieattraktivität werden verschiedene Indikatoren vorgeschlagen.

[42] Vgl. Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 95.

[43] Vgl. Bullinger (1994), S. 145.

[44] Vgl. Welge/Al-Laham (2012), S. 575.

[45] Vgl. Pfeiffer u.a. (1989).

[46] Vgl. Wolfrum (1991), S. 200.

[47] Vgl. Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 95 f.

[48] Vgl. Pfeiffer u.a. (1989), S. 80-98.

So wird die Technologie beispielsweise hinsichtlich ihrer technisch-wirtschaftlichen Weiterentwicklungsmöglichkeiten, Anwendungsbreite und -menge und Akzeptanz in der Umwelt beurteilt.

3) Beurteilung der Ressourcenstärke

Die Ressourcenstärke, ausgedrückt durch die unternehmensinternen Größen Know-how und Budgethöhe, berücksichtigt und bewertet die bereits im Unternehmen existierenden Mittel zur Umsetzung der Technologiepotenziale. Die Ressourcenstärke des Unternehmens wird, wenn vorhanden, in Relation zu den wichtigsten Wettbewerbern gesetzt. Auch hier wird wieder eine Nominalskala mit den Ausprägungen niedrig, mittel und hoch verwendet.[49]

4) Erstellung des Ist-Portfolios

Wurde die Technologie hinsichtlich ihrer Attraktivität und Ressourcenstärke bewertet, kann sie in das Portfolio eingetragen werden. Dadurch ergibt sich ein Abbild der aktuellen technologischen Situation des Unternehmens.

5) Transformation

Bei der Transformation wird die technologische Ist-Situation des Unternehmens auf einen in der Zukunft liegenden Zustand transformiert. Dadurch ist das Unternehmen in der Lage, zukünftige Chancen und Risiken schon in der Gegenwart zu betrachten und entsprechend wahrzunehmen oder zu vermeiden. Um eine entsprechende Transformation durchführen zu können, müssen die Technologien aus dem Portfolio in Relation zu deren potenziellen zukünftigen Substitutions- bzw. Komplementärtechnologien gesetzt werden.

6) Ableitung von strategischen Handlungsempfehlungen

Der letzte Schritt des Technologieportfolios nach *Pfeiffer et. al.* besteht darin, Handlungsempfehlungen zur langfristigen Erfolgssicherung des Unternehmens zu geben. Dazu werden, je nach Matrixfeld, die Normstrategien Investieren, Selektieren oder Desinvestieren vorgeschlagen.

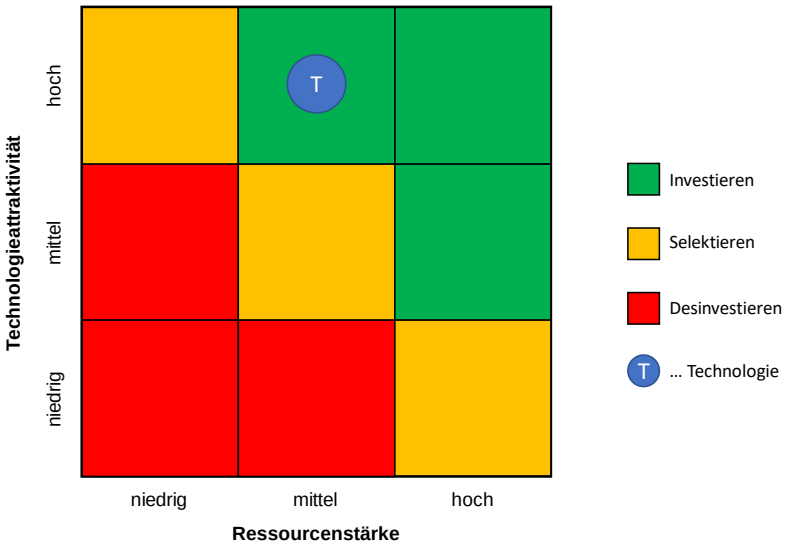


Abb. 9: Technologieportfolio nach Pfeiffer et. al., Quelle: Pfeiffer u.a. (1989), S. 93 (leicht modifiziert).

[49] Vgl. Pfeiffer/Schneider/Dögl (1986), S. 118.

3.5 Management von Technologien

In diesem Unterkapitel soll geklärt werden, warum Technologien überhaupt gemanagt werden müssen und was dazu alles benötigt wird. Des Weiteren soll in diesem Unterkapitel aufgezeigt werden, in welche Phase des Technologiemanagementprozesses die Technologiebewertung einzuordnen ist.

Dass Technologien einen fundamentalen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen haben können, ist mittlerweile so gut wie jedem Unternehmer bekannt. Dieser Einfluss kann sowohl positiv als auch negativ sein. Positiv, wenn sich Unternehmen der Vorteilhaftigkeit einer Technologie frühzeitig bewusst werden und auch entsprechend materialisieren. Negativ und womöglich sogar existenzbedrohend, wenn Unternehmen auf die falsche oder veraltete Technologie setzen bzw. ihre Konkurrenz das Potenzial einer Technologie früher erkennt und wirtschaftlich verwertet. Die Technologie als strategische Ressource kann also sowohl eine Erfolgschance als auch ein Erfolgsrisiko sein.[50]

Dies ist Grund genug, dass Unternehmen ihre technologischen Aktivitäten und somit Erfolgschancen nicht dem Zufall überlassen, sondern entsprechend systematisieren und managen.

Wie bereits in Abb. 3 dargestellt, ist das Technologiemanagement als Teilbereich des Innovations-managements örtlich in der angewandten Forschung/Technologieentwicklung und der Vorentwicklung angesiedelt und beschäftigt sich dort unter anderem mit folgenden Fragestellungen:[51]

- Zu welchem Zeitpunkt soll in eine neue Technologie investiert werden?
- Welche Ressourcen stehen mir zur Verfügung?
- Wie groß ist die Differenz zwischen dem aktuellen Technologiestand und dem technologischen Stand des Unternehmens?
- Wie sind die Auswirkungen des technologischen Wandels in Bezug auf unser Unternehmen?
- Wie technologieintensiv ist unsere Branche?
- Gibt es Technologien, die die Stabilität unserer Branche gefährden?
- Wie können Technologien in konkrete Produkte transferiert werden?
- Wieviel Know-how besitzt das Unternehmen bezüglich neuer Technologien?

Die Fragestellungen könnten noch beliebig erweitert werden. Es lässt sich aber bereits an dieser Stelle ein Muster erkennen, dass es im Technologiemanagement sowohl um Effektivität im Sinne von „richtige Technologien“ als auch um Effizienz im Sinne von „effiziente Umwandlung der Technologie in Produkte“ geht. Die Effektivität entspricht dabei der strategischen Komponente des Technologiemanagements und die Effizienz der operativen Komponente.

[50] Vgl. Klappert/Schuh/Aghassi (2011), S. 6.

[51] Vgl. Wolfrum (1991), S. 70 ff.

Dass erfolgreiches Technologiemanagement die Wettbewerbsfähigkeit durch Aufbau und Festigung von Erfolgspotenzialen zum Ziel hat, wurde in dieser Arbeit bereits mehrfach erwähnt. Primär fokussiert sich das Technologiemanagement daher auf die Planung, Organisation, Führung und Kontrolle der Unternehmensaktivitäten und -prozesse, welche die Beschaffung, Speicherung und Verwertung von Technologien zum Inhalt haben.[52]

Der Prozess des Technologiemanagements lässt sich in vier Phasen unterteilen:[53]

- Technologiefrühaufklärung
- Entwicklung der Technologiestrategie
- Technologieumsetzung
- Technologiecontrolling

Die Technologiefrühaufklärung, oft auch als Technologiefrüherkennung oder Technologievorschau bezeichnet, hat als Ziel, zukünftige unternehmensrelevante Technologien zu erfassen und zu beurteilen. Die Phase der Frühaufklärung kann also wiederum in zwei Subphasen aufgespalten werden. In die Identifikation der Technologie an sich und in die darauf folgende Bewertung dieser Technologie. Um eine Technologie hinsichtlich ihrer positiven sowie negativen Folgewirkung möglichst valide einschätzen zu können, müssen entsprechende Informationen aggregiert werden. Dazu zählen z.B. die Information über die bereits durchlaufene und noch folgende Entwicklung der Leistungsfähigkeit, die zeitliche Verfügbarkeit sowie die Akzeptanz der Technologie.[54]

Im nächsten Schritt geht es nun darum, für die ausgewählte Technologie eine entsprechende Strategie zu entwickeln. Eine Strategie beschäftigt sich grundsätzlich immer mit einer langfristigen Ausrichtung eines Unternehmens. Die Technologiestrategie beschreibt dabei, wie das Unternehmen mit der ausgewählten Technologie umgehen sollte, um langfristige Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Dabei definiert sie die technologischen Ziele und gibt den groben Weg zur Erreichung dieser vor. Inhalt der Technologiestrategie sind u.a. Antworten auf die Fragen:[55]

- Welche Technologien setzt ein Unternehmen zu welchem Zweck ein?
- Wie sieht das angestrebte technologische Leistungsniveau aus?
- Zu welchem Zeitpunkt soll der Technologieeinsatz erfolgen?
- Woher soll die Technologie bezogen werden?

In der Phase der Technologieumsetzung wird versucht, die durch die Technologiestrategie vorgegebenen Handlungskorridore durch konkrete Maßnahmen beschreiten zu können. Die Maßnahmen sind dabei so ausgerichtet, dass sie zur Erreichung der technologischen Ziele beitragen. Während sich die zwei vorherigen Phasen mit dem strategischem Technologiemanagement beschäftigen, geht es in der Technologieumsetzung um das operative Technologiemanagement. Es soll also die entwickelte Strategie

[52] Vgl. Gerpott (2005), S. 57 f.

[53] Vgl. Vorbach (2014), S. 207.

[54] Vgl. Specht/Mieke (2018), Onlinequelle [31.10.2019].

[55] Vgl. Schulte-Gehrmann u.a. (2011), S. 55.

in operative Maßnahmen übergeleitet werden. Dabei sind vor allem die Aktivitäten zur Beschaffung und Verwertung der Technologie zu steuern. Aufgrund der so gut wie nicht vorhandenen Routinetätigkeit wird vom operativen Technologiemanagement, so wie von jedem Management heutzutage, ein entsprechend hoher Grad an Agilität gefordert.[56]

Die letzte Phase des Technologiemanagements, die richtigerweise eine den gesamten Technologiemanagementprozess begleitende Phase ist, beschäftigt sich mit dem Controlling von Technologien. Aufgabe des Technologiecontrollings ist, das Technologiemanagement frühzeitig mit Informationen über Fehlentwicklungen zu versorgen und eventuell notwendige Anpassungen im Planungsprozess vorzunehmen. In der Phase der Technologiefrüherkennung überwacht das Technologiecontrolling beispielsweise laufend das technologische Umfeld in Hinblick auf Chancen und Risiken für das Unternehmen. Im Zuge des Technologiecontrollings werden auch die zugrunde gelegten Prämissen der Technologiestrategie überprüft und, wenn nötig, entsprechend korrigiert. Abschließend wird im Rahmen der Technologieumsetzung die Durchführungskontrolle entsprechend überwacht.[57]

In Abb. 10 wird der Prozess des Technologiemanagements grafisch dargestellt. Inhalt dieser Arbeit ist der blau gekennzeichnete Subprozess in der Phase der Technologiefrühaufklärung, die Technologiebewertung.

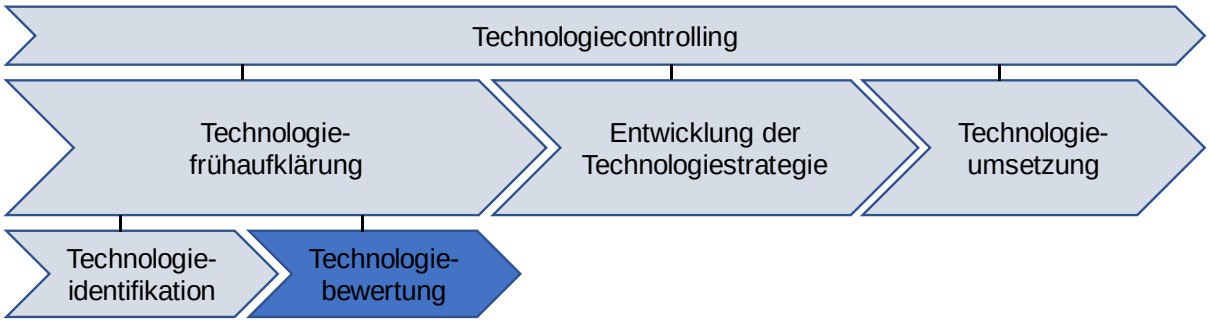


Abb. 10: Prozess des Technologiemanagements, Quelle: In Anlehnung an Specht/Mieke (2018), Onlinequelle [31.10.2019].

[56] Vgl. Specht/Mieke (2018), Onlinequelle [31.10.2019].

[57] Vgl. Bullinger (1996), S. 4-36.

4 EXISTIERENDE ANSÄTZE DER TECHNOLOGIEBEWERTUNG

In der Literatur existieren bereits verschiedene Ansätze, Technologien systematisch zu bewerten. Im Folgenden sollen zuerst vier existierende Ansätze aus der Literatur beschrieben und anschließend erläutert werden, wieso diese Arbeit den Anspruch auf ein eigenes Vorgehensmodell zur Beurteilung von neuen Technologien stellt. Die Rechtfertigung erfolgt durch Aufzeigen von Defiziten aus den folgend beschriebenen existierenden Ansätzen zur Technologiebewertung. Die Defizite beziehen sich nicht auf die Absolutheit der Ansätze an sich, sondern auf den besonderen Anwendungsfall dieser Arbeit. Dem Beurteilen von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie. Die Ansätze werden in einer Tiefe beschrieben, die es zulässt und ermöglicht, nötige Schlüsse zu ziehen. Eine detaillierte Beschreibung jedes Ansatzes würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und keinen signifikant höheren Erkenntnisgewinn generieren.

4.1 Ansatz nach Hall

Der Ansatz nach *Hall* setzt sich eine ganzheitliche Bewertung von Technologien zum Ziel, wobei unter Ganzheitlichkeit die Betrachtung einer Technologie als Sach- und Handlungssystem entlang des gesamten Produktlebenszyklus, die Berücksichtigung des Marktes sowie ein Betrachtungshorizont verstanden wird, der über technische und wirtschaftliche Bereiche hinausreicht.[58]

Das Modell nach *Hall* baut auf zwei übergeordneten Phasen auf. Die Phase der Exploration und die der Bewertung. In der Explorationsphase werden alle relevanten Daten, z.B. Kundenanforderungen oder potenzielle Konkurrenzaktivitäten, für die nachfolgende Bewertung ermittelt. Dazu zählen vor allem Informationen über die beteiligten Akteure und die zu bewertende Technologie an sich. Die anschließende Bewertungsphase führt die Anforderungen der Akteure und die Technologie durch eine systematische Verarbeitung der zuvor gewonnenen Daten zusammen. Dies beinhaltet die Kennwertberechnung der Informationen aus der Explorationsphase, eine Darstellung der Ergebnisse in einer Bewertungsmatrix und eine abschließende Interpretation der Ergebnisse.[59]

Hall bewertet Technologien anhand von fünf Dimensionen:[60]

- Strukturaspekt
  Der Strukturaspekt beschäftigt sich mit den wesentlichen technischen und physikalischen Aspekten einer Technologie.
- Wirtschaftlichkeit
  Die Wirtschaftlichkeit betrachtet die Auswirkung einer Technologie auf die Kosten- und Gewinnentwicklung des Unternehmens.
- Prozessaspekt
  Der Prozessaspekt konzentriert sich auf die Identifikation der Flexibilität, Produktivität und Integrationsfähigkeit der Technologie.

[58] Vgl. Hall (2002), S. 9.

[59] Vgl. Hall (2002), S. 63.

[60] Vgl. Schneider (2002), S. 29.

- Gesellschaftsaspekt
  Der Gesellschaftsaspekt betrachtet die Auswirkungen einer Technologie auf soziale Systeme.
- Umwelt
  Die Umwelt untersucht die Wirkung einer Technologie auf die Umwelt und ihre Ressourcen.

Abb. 11 zeigt das Vorgehensmodell nach *Hall* mit seinen Phasen.

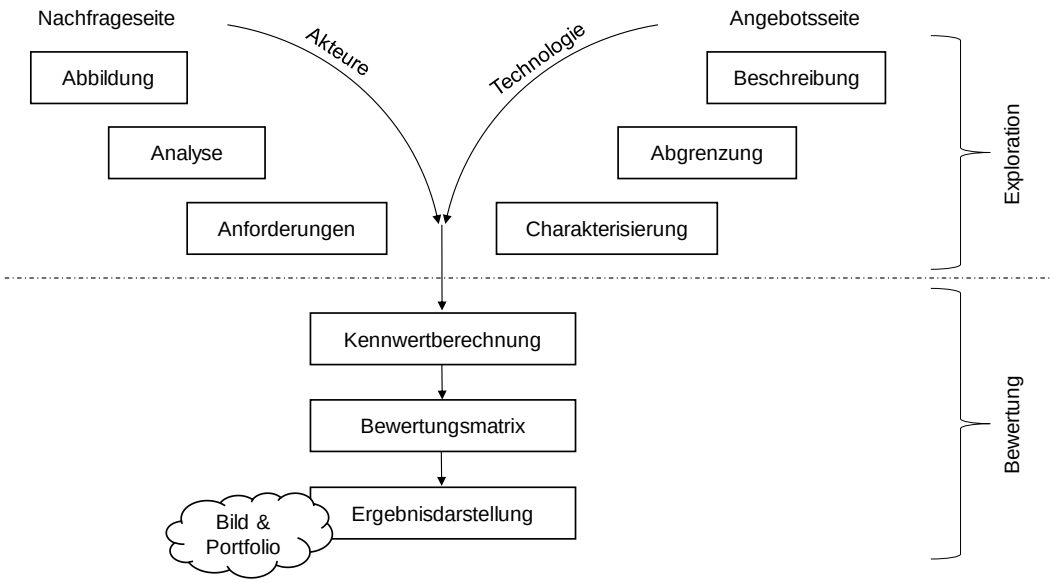


Abb. 11: Vorgehensmodell zur Technologiebewertung nach Hall, Quelle: Hall (2002), S. 68 (leicht modifiziert).

Die Vorgehensweise nach *Hall* ermöglicht es, Technologien ganzheitlich zu bewerten. Dadurch werden Technologien nicht nur einer kundenorientierten Bewertung unterzogen, sondern auch hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Umwelt und Gesellschaft bewertet. Durch die Aufteilung der Explorationsphase in eine Angebots- und Nachfrageseite hat es *Hall* geschafft, ein übersichtliches und in sich schlüssiges Bewertungssystem zu entwickeln.[61]

4.2 Ansatz nach Vorbach

Vorbach schreibt den Phasen der Bewertung und Auswahl von Technologien eine besondere Bedeutung innerhalb des Technologiemanagements zu. Diese Phasen beschäftigen sich mit der Frage, welche Technologien letztendlich im Unternehmen eingesetzt werden sollen und welche nicht. Um eine valide Auswahlentscheidung treffen zu können, sind lt. *Vorbach* sowohl Informationen über bereits vorhandene Technologien als auch Wissen über Marktbedürfnisse notwendig. Der Technologieauswahlprozess selbst stellt dann eine logische Abfolge von Schritten dar (s. Abb. 12).[62]

Von besonderem Interesse sind für diese Masterarbeit die dunkelblau eingefärbten Phasen Bewertung von Technologievarianten und -alternativen und Auswahlentscheidung für eine spezifische Technologie.

[61] Vgl. Hall (2002).

[62] Vgl. Vorbach (2014), S. 210.

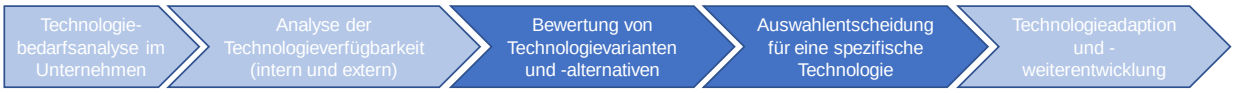


Abb. 12: Technologieauswahlprozess nach Vorbach, Quelle: Vorbach (2011), Onlinequelle [01.11.2019], S. 4 (leicht modifiziert).

Der Bewertungs- und Auswahlprozess nach *Vorbach* weist Synergien zur Projekt- bzw. Ideenbewertung auf. *Vorbach* unterzieht die Technologien einem mehrstufigen Prozess (s. Abb. 13). Die erste Stufe ist die Grobbewertung, in der die Vielzahl an in Frage kommenden Technologien so reduziert wird, dass nur mehr grundsätzlich brauchbare überbleiben. *Vorbach* empfiehlt für diesen Schritt Portfolien, Checklisten und Lebenszyklusabschätzungen. Die Technologien, welche die Grobbewertung positiv durchlaufen, kommen in die zweite Stufe. In der Feinbewertung geht es dann darum, jene Technologien herauszufiltern, welche den Unternehmensanforderungen besonders gut Folge leisten. Hier empfiehlt *Vorbach* z.B. Technologie-Roadmaps und das Technologieportfolio nach *Pfeiffer*. Zusätzlich können an dieser Stelle aber auch Publikations- und Patentanalysen, Delphi-Studien und Lead User-Analysen durchgeführt werden. Die abschließende Auswahlentscheidung nutzt bewertende Verfahren, z.B. eine Argumentenbilanz, eine Punktevergabe oder einen paarweiseren Vergleich mit einer Nutzwertanalyse, um die vielversprechendste Technologiealternative zu identifizieren.[63]

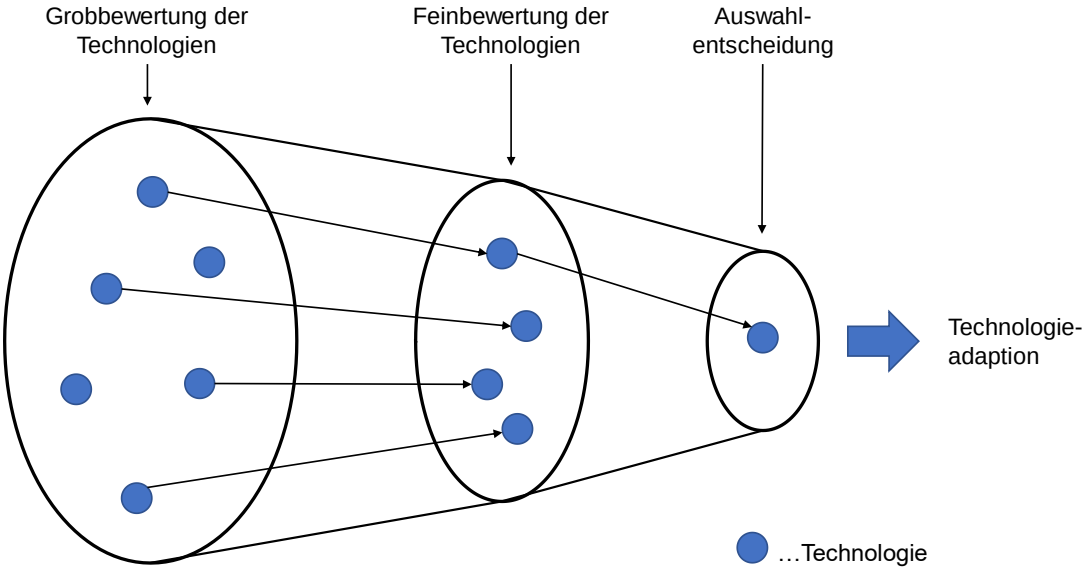


Abb. 13: Bewertungs- und Auswahlprozess nach Vorbach, Quelle: Vorbach (2014), S. 211 (leicht modifiziert).

[63] Vgl. Vorbach (2014), S. 211 f.

4.3 Ansatz nach Kröll

Der Ansatz nach *Kröll* verfolgt das Ziel, durch eine entsprechende Technologiebewertung bereits in der frühen Produktentstehungsphase einen wesentlichen Beitrag zur ergebnisorientierten Serienentwicklung zu leisten.[64]

Krölls Technologiebewertung ist grundsätzlich in zwei Hauptphasen gegliedert.[65] Die Phase der Technologiebeschreibung, welche die Abbildung von alternativen Technologiemodellen zum Ergebnis hat, und die Phase der Technologiebewertung, welche die erarbeiteten Technologiealternativen gegenüberstellt und bewertet.

Das Vorgehensmodell beginnt mit einer systematischen Analyse und Erfassung der zu erfüllenden Funktionen des Produkts. Diese Funktionen werden dann in einem Funktionsmodell, abhängig vom gewünschten Veränderungsumfang, selektiv oder gesamtheitlich dargestellt. Steht das Funktionsmodell, werden mithilfe eines morphologischen Kastens Technologieelemente ausgewählt, die im Stande sind, die zuvor definierten Funktionen des Produkts auszuführen. Parallel werden im nächsten Schritt die einzelnen Technologieelemente miteinander vernetzt und zur Gewährleistung der Funktionsübernahme die Eigenschaften der Technologieelemente in Bezug auf die auszuführende Funktion spezifiziert. Durch die Anwendung des morphologischen Kastens können mehrere Technologiealternativen in Form von Technologiemodellen gebildet werden. Diese Technologiemodelle bilden das Ergebnis der Phase der Technologiebeschreibung und sind zugleich der Input für die darauffolgende Phase der Technologie-bewertung.[66]

Die Phase der Technologiebewertung beginnt damit, dass aus der Summe der Technologieelemente ein einzelnes Technologieelement ausgewählt wird. Jedes Technologieelement ist hinsichtlich der finalen Zielgrößen Qualität, Flexibilität, Kosten und technologischer Reifegrad zu bewerten. Jede Zielgröße entspricht dabei einem Kriterienbaum, welcher sich wiederum aus verschiedenen Einzelkriterien zusammensetzt. *Kröll* ist der Meinung, dass die Ausprägung eines Einzelkriteriums stets mit Unsicherheit verbunden ist und daher eine passende Wahrscheinlichkeitsverteilung gefunden werden muss. Diese Verteilung soll eine Aussage darüber liefern, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein Einzelkriterium einen bestimmten Wert erreicht. Da die Verteilung an sich wenig Auskunft darüber gibt, inwieweit das Kriterium erfüllt wird, wird im Anschluss mithilfe einer Transformationsfunktion jeder Ausprägung eine Bewertungsgröße zugeordnet. Danach werden die Daten der Einzelkriterien aggregiert, um eine Bewertungsaussage über die finale Zielgröße des Technologieelements zu erhalten. Wurden die finalen Zielgrößen für alle Technologieelemente beschrieben, können die Technologiealternativen gegenübergestellt werden. Durch dieses Bewertungsverfahren soll sichergestellt werden, dass die erfolgversprechendste Technologiealternative identifiziert und ausgewählt wird.[67]

In Abb. 14 wird der Ansatz nach *Kröll* in einem Vorgehensmodell grafisch dargestellt.

---

[64] Vgl. Kröll (2007), S. 19.

[65] Vgl. Kröll (2007).

[66] Vgl. Kröll (2007), S. 70.

[67] Vgl. Kröll (2007), S. 90.

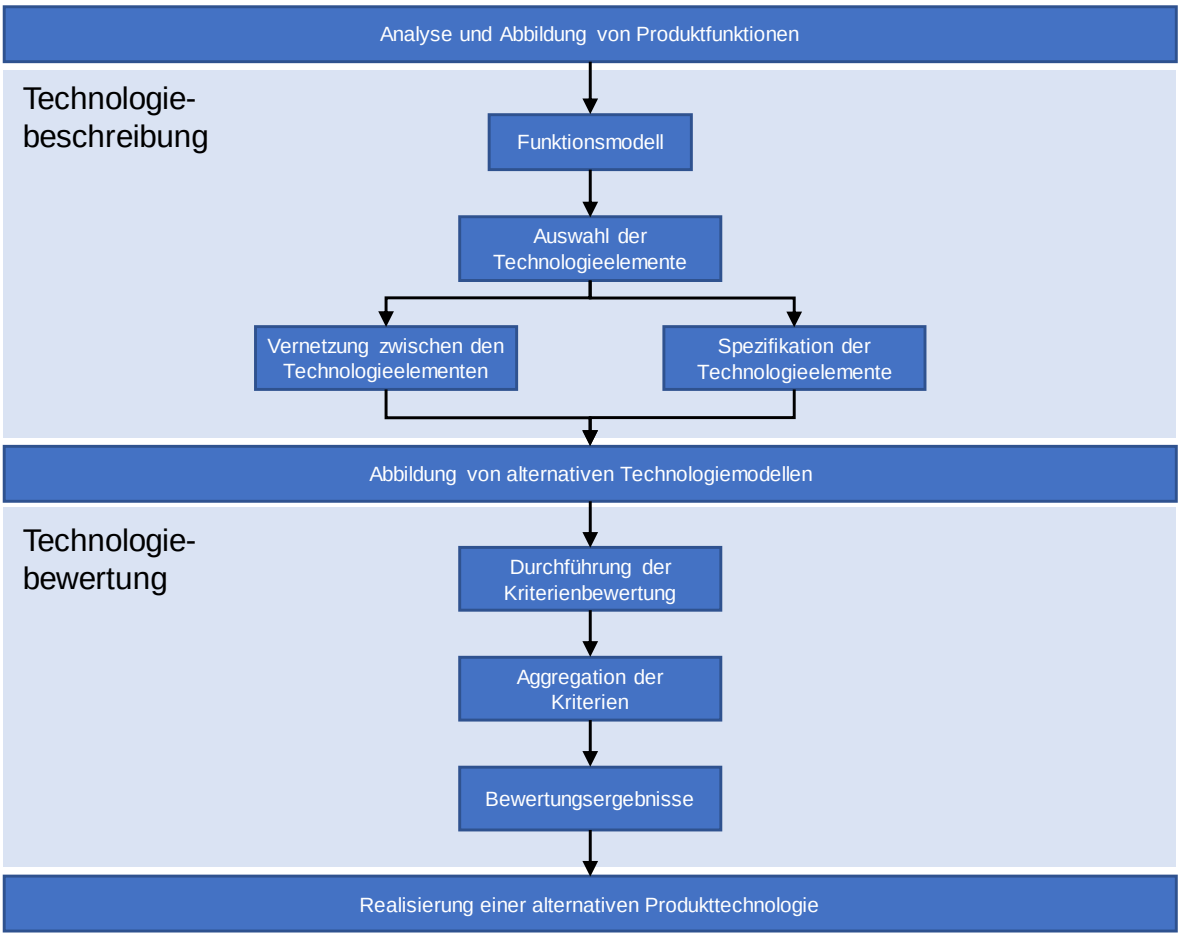


Abb. 14: Vorgehensmodell zur Technologiebewertung nach Kröll,
Quelle: Kröll (2007), S. 69 (leicht modifiziert).

Kröll hat eine Methode entwickelt, die es erlaubt, Technologiealternativen gegenüberzustellend zu vergleichen. Dem Umstand, dass die benötigten Daten zum Zeitpunkt der Technologiebewertung meist unvollständig und mit einer gewissen Unsicherheit vorliegen, leistet *Kröll* durch wahrscheinlichkeitstheoretische Ansätze Folge.[68] Obwohl sein Vorgehensmodell speziell für die Elektro- und Elektronikindustrie entwickelt wurde, ist das Bewertungsmodell weitestgehend anwendungsneutral konzipiert und so auch auf andere Anwendungsfelder bzw. Branchen übertragbar. Auch die finalen Zielgrößen sind sehr allgemein gehalten und so für ein breites Einsatzspektrum geeignet. Hier gibt *Kröll* aber auch zu bedenken, dass die Kriterienbäume in Abhängigkeit von der Technologie und vom Einsatzzweck stets zu überprüfen und ggf. angepasst werden müssen.[69]

4.4 Ansatz nach Gomeringer

Gomeringer entwickelte eine integrative, prognosebasierte Vorgehensweise zur strategischen Technologieplanung für Produkte.[70] Damit ist es ihm gelungen, ein vollständiges Modell zu konzipieren, welches dem Anwender von der Analysephase bis zur Strategieentwicklung methodisch unterstützend zur

[68] Vgl. Kröll (2007), S. 18.

[69] Vgl. Kröll (2007), S. 138.

[70] Vgl. Gomeringer (2007).

Verfügung steht. Von besonderem Interesse sind für die vorliegende Masterarbeit aber nur die ersten zwei Phasen. Zum einen die Phase der Umfeldanalyse mit den Subphasen Diversifikationsanalyse und Umfeldprognose und zum anderen die Phase der Technologieanalyse mit den Subphasen Technologieidentifikation, Technologieprognose und Technologiebewertung. Der Vollständigkeit halber wird aber in Abb. 15 das gesamte Phasenmodell dargestellt. Zum besseren Verständnis wurden die relevanten Phasen dunkelblau eingefärbt.

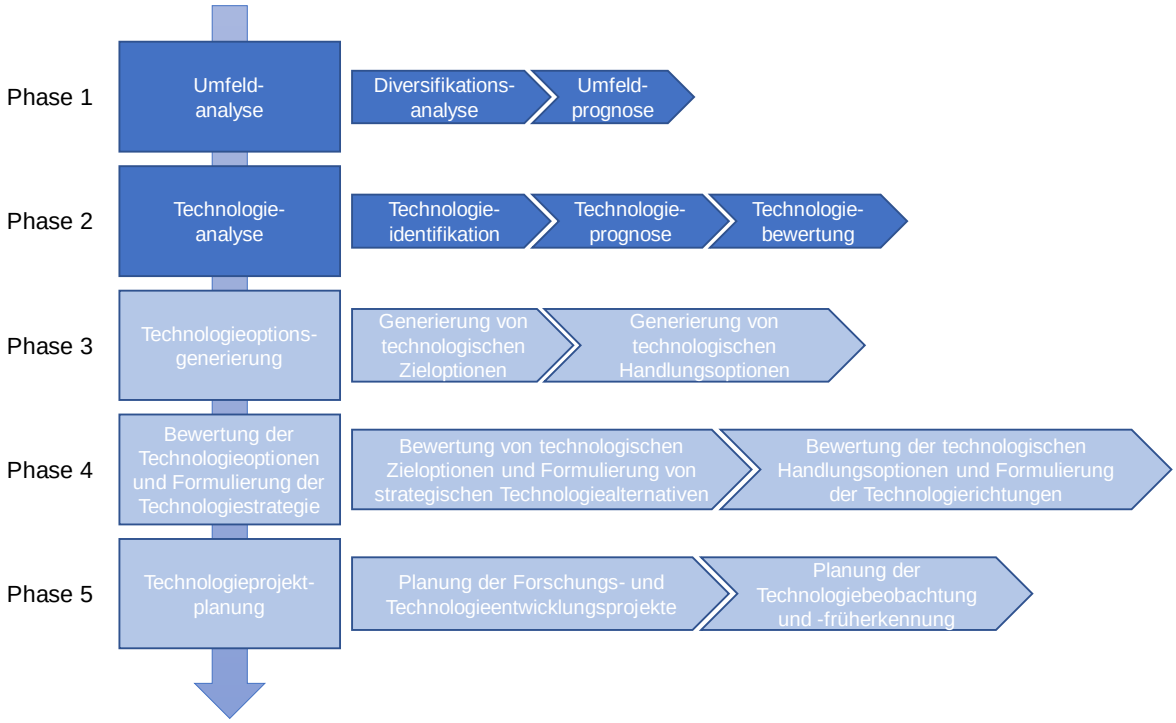


Abb. 15: Vorgehensweise zur strategischen Technologieplanung nach Gomeringer,
Quelle: In Anlehnung an Gomeringer (2007), S. 129.

Die Phase der Umfeldanalyse, aufgeteilt in Diversifikationsanalyse und Umfeldprognose, kann als nötige Vorstufe zur Technologiebewertung gesehen werden. Sie beschäftigt sich hauptsächlich mit den nicht-technischen Rahmenbedingungen der Unternehmung und untersucht beispielsweise Faktoren wie Markt, Kunde und Wettbewerb. Ebenso findet die Betrachtung von gesellschaftlichen, gesetzlichen und politischen Einflussgrößen in dieser Phase Anklang. Mit Hilfe der Diversifikationsanalyse sollen jene Märkte identifiziert werden, welche in Zukunft potenziell von Relevanz für das Unternehmen sein könnten. Dabei hat diese Analyse ausschließlich neue Märkte zum Untersuchungsgegenstand. Die Umfeldprognose beschäftigt sich hingegen mit bestehenden Märkten und setzt sich zum Ziel, die Rahmenbedingungen, in denen die zukünftigen Technologien eingesetzt werden sollen, festzustellen, zu dokumentieren und zu ordnen.[71]

Waren in der Phase der Umfeldanalyse die nichttechnischen Rahmenbedingungen von Relevanz, so kümmert sich die zweite Phase, die Technologieanalyse, um die Technologien an sich. Auch hier wird die Phase wieder in Subphasen aufgeteilt. In der Technologieidentifikation werden die relevanten Technologien für das Unternehmen identifiziert. Darauf folgend werden für die jeweiligen Technologien in

[71] Vgl. Gomeringer (2007), S. 67 ff und S. 74.

der Subphase der Technologieprognose deren Entwicklungspotenziale prognostiziert und aufgezeigt. Den Abschluss der Technologieanalyse bildet die Technologiebewertung, in der die gesammelten Informationen hinsichtlich der Attraktivität von vorhandenen und neuen Technologien eingestuft werden.[72]

Da vor allem aus den Subphasen der Technologieprognose und der Technologiebewertung die wesentlichen Informationen zur weiteren Vorgehensweise in dieser Arbeit extrahiert werden können, werden diese beiden Subphasen folgend näher beschrieben.

Wie schon zuvor beschrieben, setzt sich die Technologieprognose die Prognose der zukünftigen Entwicklungen der identifizierten Technologien zum Ziel. Dabei geht es nicht darum, die Zukunft vorherzusagen, sondern vielmehr darum, durch eine detaillierte Betrachtung aller möglichen Entwicklungen das Bild der Zukunft zu schärfen. Dazu ist es notwendig, ein grundlegendes Verständnis für die Technologie an sich zu schaffen, aber auch die Hindernisse, Hemmnisse und Limitationen zu identifizieren, welche evtl. mit der Technologie einhergehen. Durch umfassende Analysen sollen Klarheit über die Technologie und deren Umfeld sowie eine Entscheidungsbasis für eine nachfolgende Bewertung geschaffen werden. *Gomeringer* liefert dafür einen eigenen Prozess, in dem er die Prozessschritte mit entsprechenden Werkzeugen verknüpft.[73]

Die Technologiebewertung, als letzte Subphase der Technologieanalyse, knüpft direkt an die Technologieprognose an. Das Ziel der Technologiebewertung ist es, auf Basis der zuvor generierten Informationen die Attraktivität von neuen und bereits vorhandenen Technologien zu bestimmen. *Gomeringers* Ansatz trifft dabei keine Aussagen über die absolute Vorteilhaftigkeit einer Technologie, sondern liefert vielmehr eine Auskunft über die relative Bewertung einer Technologie im Vergleich innerhalb eines Technologiefelds.[74]

Der Technologiebewertungsansatz nach *Gomeringer* baut die Portfoliotechnik auf. Aufgrund seiner Argumentation, dass bestehende Portfolioansätze aber einige Defizite aufweisen, hat er ein eigenes Portfoliokonzept entwickelt. Die unternehmensunabhängige Größe bildet, wie aus der Literatur bekannt, dabei die Technologieattraktivität, und die unternehmensabhängige Größe wurde von ihm auf die interne Technologiereife geändert. *Gomeringer* hebt an dieser Stelle auch hervor, dass bestehende Ansätze zur Ermittlung der Technologieattraktivität die Abhängigkeiten von einzelnen Einstufungskategorien zur Beurteilung der Attraktivität zu wenig berücksichtigen. Daher entwickelte *Gomeringer* eine eigene Methode zur Bestimmung der Technologieattraktivität, welche auf dem Quality-Function-Deployment-Ansatz (QFD) aufbaut.[75]

[72] Vgl. Gomeringer (2007), S. 83.

[73] Vgl. Gomeringer (2007), S. 90.

[74] Vgl. Gomeringer (2007), S. 101.

[75] Vgl. Gomeringer (2007), S. 101.

Bei dieser Methode wird die Technologieattraktivität über das Potenzial zur Weiterentwicklung der Technologie, den Aufwand und das Risiko der Weiterentwicklung sowie der Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu anderen Technologien beschrieben. Diese drei Kriterien werden mit Hilfe von eines Berechnungsmodells, welches die kritischen Leistungsparameter einer Technologie und die Kundenbedürfnisse eines Marktsegments berücksichtigt, berechnet.[76]

Bei der Festlegung der internen Technologiereife wird eine qualitative Bewertung durch die Technologieexperten innerhalb des Unternehmens durchgeführt. *Gomeringer* stellt dafür ein entsprechendes Kriterien- und Ausprägungsblatt zur Verfügung. Beschrieben wird die interne Technologiereife dabei durch folgende Kriterien:[77]

- F&E-Kompetenz des Unternehmens in Bezug auf die Technologie
- Abstand der Technologie zum bestehenden Technologieportfolio
- Fähigkeit, die Lücke im Technologiereifegrad durch die Nutzung der Infrastruktur zu schließen
- Fähigkeit, die Lücke im Technologiereifegrad durch die Nutzung der F&E-Kompetenzen zu schließen

Der letzte Schritt der Technologiebewertung besteht darin, die Technologien hinsichtlich der Technologieattraktivität und der internen Technologiereife in ein Portfolio zu übertragen (s. Abb. 16). Um eine gesamtheitliche Betrachtung der Technologie zu erhalten, schlägt *Gomeringer* vor, Konfidenzintervalle mit der pessimistischsten und optimistischen Einschätzung aus den Expertenantworten anzugeben. Das Ergebnis ist eine verdichtete grafische Darstellung der durchgeführten Analysen und dient als Basis für Technologieentscheidungen.[78]

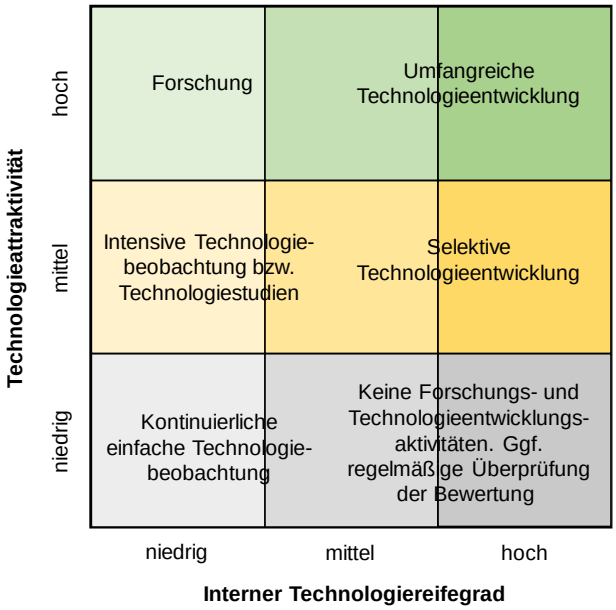


Abb. 16: Technologieportfolio nach Gomeringer, Quelle: Gomeringer (2007), S. 111 (leicht modifiziert).

[76] Vgl. Gomeringer (2007), S. 102 f.

[77] Vgl. Gomeringer (2007), S. 104.

[78] Vgl. Gomeringer (2007), S. 105.

4.5 Aufzeigen des Handlungsbedarfs

Die zuvor beschriebenen Ansätze weisen jeder für sich spezifische Stärken, aber auch Schwächen auf. Das in dieser Masterarbeit entwickelte Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien soll maßgeschneidert für KMU aus der Automobilzulieferindustrie sein. Daher ist es zwangsläufig notwendig, ein eigenes Vorgehensmodell zu entwickeln, welches sich aber sehr wohl an den existierenden Ansätzen orientiert. So werden, wenn benötigt, Elemente aus bestehenden Ansätzen extrahiert und bei Bedarf ein komplett neues Vorgehen definiert.

Folgend wird für jeden Ansatz eine Defizit-Anforderungstabelle erstellt. Die darin enthaltenen Defizite beziehen sich auf die Nichteignung in Bezug auf die Zielsetzung dieser Masterarbeit. Zugleich stellt diese Tabelle die Anforderungen an das zu entwickelnde Vorgehensmodell dar. Für jeden aufgelisteten Schwachpunkt gibt es eine entsprechende Anforderung, welcher das Vorgehensmodell Genüge leisten muss. Die Reihenfolge der Defizite und Anforderungen hat dabei keinen Einfluss auf die Wichtigkeit des jeweiligen Elements.

Defizit	**A**nforderung
[D1] Der untersuchte Ansatz überprüft die zu bewertende Technologie nicht hinsichtlich ihrer Strategiekonformität.	**[A1]** Das Vorgehensmodell muss die zu bewertende Technologie hinsichtlich ihrer Strategiekonformität überprüfen.
[D2]: Der untersuchte Ansatz setzt sich die ganzheitliche Bewertung von Prozesstechnologien zum Ziel.	**[A2]** Das Vorgehensmodell soll sowohl zur Bewertung für Produkt- als auch für Prozesstechnologien geeignet sein.
[D3] Der untersuchte Ansatz vernachlässigt die Betrachtung von zukünftigen Entwicklungen.	**[A3]** Das Vorgehensmodell muss sich mit zukünftigen Entwicklungen auseinandersetzen.
[D4] Der untersuchte Ansatz bewertet die Wirtschaftlichkeit der untersuchten Technologie.	**[A4]** Das Vorgehensmodell setzt sich eine rein technologische Beurteilung zum Ziel. Eine wirtschaftliche Beurteilung der Technologie wird bewusst außen vor gelassen.
[D5] Der untersuchte Ansatz vernachlässigt sowohl den aktuellen als auch den noch zu erwartenden Reifegrad der Technologie	**[A5]** Das Vorgehensmodell muss sich sowohl mit dem aktuellen als auch mit dem noch zu erwartenden Reifegrad der Technologie auseinandersetzen.
[D6] Der untersuchte Ansatz verwendet vergleichsweise komplizierte Werkzeuge.	**[A5]** Das Vorgehensmodell muss Werkzeuge enthalten, die selbsterklärend bzw. mit einer ausreichenden Erklärung einfach anwendbar sind. Die Komplexität

	muss im Modell selbst stecken, aber nicht in der Anwendung.

Tab. 6: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Hall, Quelle: Eigene Darstellung.

Defizit	**A**nforderung
[D1] Der untersuchte Ansatz beinhaltet keine systematische Vorgehensweise zur Anwendung der Werkzeuge.	**[A1]** Das Vorgehensmodell muss eine systematische Vorgehensweise aufweisen.

Tab. 7: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Vorbach, Quelle: Eigene Darstellung.

Defizit	**A**nforderung
[D1] Der untersuchte Ansatz geht davon aus, dass bereits ein existierendes Produkt vorliegt.	**[A1]** Das Vorgehensmodell muss auch anwendbar sein, wenn noch kein konkretes Produkt vorhanden ist. Es soll auch eine reine Technologiebetrachtung möglich sein.
[D2]: Der untersuchte Ansatz liefert ein Modell, welches darauf ausgelegt ist, Technologiealternativen gegenüberzustellen.	**[A2]** Das Vorgehensmodell muss es ermöglichen, Technologien einzeln beurteilen zu können.
[D3] Der untersuchte Ansatz überprüft die zu bewertende Technologie nicht hinsichtlich ihrer Strategiekonformität.	**[A3]** Das Vorgehensmodell muss die zu bewertende Technologie hinsichtlich ihrer Strategiekonformität überprüfen.
[D4] Der untersuchte Ansatz bewertet die Wirtschaftlichkeit der untersuchten Technologie.	**[A4]** Das Vorgehensmodell setzt sich eine rein technologische Bewertung zum Ziel. Eine wirtschaftliche Beurteilung der Technologie wird bewusst außen vor gelassen.
[D5] Der untersuchte Ansatz verwendet vergleichsweise komplizierte Werkzeuge und setzt tiefergreifendes Wissen über Wahrscheinlichkeitstheorien voraus.	**[A5]** Das Vorgehensmodell muss Werkzeuge enthalten, die selbsterklärend bzw. mit einer ausreichenden Erklärung einfach anwendbar sind. Die Komplexität muss im Modell selbst stecken, aber nicht in der Anwendung.
[D6] Der untersuchte Ansatz vernachlässigt die Betrachtung von zukünftigen Entwicklungen.	**[A6]** Das Vorgehensmodell muss sich mit zukünftigen Entwicklungen auseinandersetzen.

Tab. 8: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Kröll, Quelle: Eigene Darstellung.

Defizit	**A**nforderung
[D1] Der untersuchte Ansatz ist aufgrund seiner Ganzheitlichkeit sehr aufwendig und bindet daher sehr viele Ressourcen.	**[A1]** Das Vorgehensmodell muss in seiner Anwendung so ressourceneffizient wie möglich sein, um eine unnötige Ressourcenbindung zu vermeiden. Das Vorgehensmodell muss von einer Person noch parallel zum Tagesgeschäft anwendbar sein.
[D2] Der untersuchte Ansatz benötigt teilweise sehr detaillierte Eingangsgrößen, welche oftmals nicht zur Verfügung stehen bzw. nur schwer zu bekommen sind.	**[A2]** Das Vorgehensmodell muss auch mit unvollständigen Informationen eine möglichst valide Beurteilung ermöglichen.
[D3] Der untersuchte Ansatz verwendet vergleichsweise komplizierte Werkzeuge.	**[A3]** Das Vorgehensmodell muss Werkzeuge enthalten, die selbsterklärend bzw. mit einer ausreichenden Erklärung einfach anwendbar sind. Die Komplexität soll im Modell selbst stecken, aber nicht in der Anwendung.
[D4] Der untersuchte Ansatz geht davon aus, dass bereits ein existierendes Produkt vorliegt.	**[A4]** Das Vorgehensmodell muss auch anwendbar sein, wenn noch kein konkretes Produkt vorhanden ist. Es soll auch eine reine Technologiebetrachtung möglich sein.
[D5]: Der untersuchte Ansatz setzt sich die ganzheitliche Bewertung von Produkttechnologien zum Ziel.	**[A2]** Das Vorgehensmodell muss sowohl zur Bewertung für Produkt- als auch für Prozesstechnologien geeignet sein.

Tab. 9: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Gomeringer, Quelle: Eigene Darstellung.

Die in den Tabellen (Tab. 6 bis Tab. 9) aufgezeigten Defizite über den aktuellen Forschungsstand zur Technologiebewertung rechtfertigen die Entwicklung eines spezifischen Vorgehensmodells für die konkrete Zielsetzung dieser Arbeit, die Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie. Das entwickelte Vorgehensmodell muss die Defizite ausgleichen und zugleich allen aufgelisteten Anforderungen Folge leisten können.

Da die Defizit-Anforderungstabellen jeden Ansatz einzeln betrachten, kommen Defizite und Anforderungen doppelt vor. Es folgt nun eine übergreifende Zusammenfassung der Anforderungen an das zu entwickelnde Vorgehensmodell. Das Vorgehensmodell muss demnach folgenden Anforderungen Folge leisten:

1) Das Vorgehensmodell muss die zu bewertende Technologie hinsichtlich ihrer Strategiekonformität überprüfen.
2) Das Vorgehensmodell muss sowohl zur Bewertung von Produkt- als auch von Prozesstechnologien geeignet sein.
3) Das Vorgehensmodell muss sich mit zukünftigen Entwicklungen auseinandersetzen.
4) Das Vorgehensmodell setzt sich eine Beurteilung hinsichtlich eines technologischen Aspekts zum Ziel. Eine wirtschaftliche Beurteilung der Technologie wird bewusst außen vor gelassen.
5) Das Vorgehensmodell muss sich sowohl mit dem aktuellen als auch mit dem noch zu erwartenden Reifegrad der Technologie auseinandersetzen.
6) Das Vorgehensmodell muss Werkzeuge enthalten, die selbsterklärend bzw. mit einer ausreichenden Erklärung einfach anwendbar sind. Die Komplexität muss im Vorgehensmodell selbst stecken und nicht in dessen Anwendung.
7) Das Vorgehensmodell muss auch anwendbar sein, wenn noch kein konkretes Produkt vorhanden ist. Es muss auch eine reine Technologiebetrachtung möglich sein.
8) Das Vorgehensmodell muss es ermöglichen, Technologien einzeln beurteilen zu können.
9) Das Vorgehensmodell muss eine systematische Vorgehensweise aufweisen.
10) Das Vorgehensmodell muss in seiner Anwendung so ressourceneffizient wie möglich sein, um eine unnötige Ressourcenbindung zu vermeiden. Das Vorgehensmodell muss von einer Person noch parallel zum Tagesgeschäft anwendbar sein.
11) Das Vorgehensmodell muss auch mit unvollständigen Informationen eine möglichst valide Beurteilung ermöglichen.

5 ENTWICKLUNG DES VORGEHENSMODELLS

In diesem Kapitel wird das generische Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie entworfen. Das entwickelte Vorgehensmodell muss dabei den Ansprüchen und Anforderungen aus Kapitel 2 und Unterkapitel 4.5 gerecht werden. Auch die bisher erarbeiteten theoretischen Grundlagen laufen in diesem Kapitel zusammen und resultieren letztendlich in der Entwicklung des Vorgehensmodells.

Zu Beginn werden die Werkzeuge, welche sich im Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie befinden, ausgewählt. Anschließend werden die Werkzeuge in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht, sodass eine systematische Vorgehensweise ermöglicht wird und der Anwender einen roten Faden zur Anwendung des Vorgehensmodells erhält.

5.1 Auswahl der Werkzeuge

Die Auswahl der Werkzeuge erfolgt aufgrund eines deduktiven Schlusses. Dabei werden die Werkzeuge zum einen auf Basis der folgend beschriebenen Bewertungskriterien zur Beurteilung von Technologien und zum anderen aufgrund der definierten Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur Technologiebeurteilung für KMU ausgewählt. Dieses Vorgehen soll sicherstellen, dass nur Werkzeuge in das Vorgehensmodell aufgenommen werden, welche auch einen wirklichen Mehrwert zur Beurteilung der Technologie leisten können. Dabei ist darauf zu achten, dass durch die Anwendung der Werkzeuge die definierten Bewertungskriterien so gut wie möglich beantwortet werden können. Ebenso müssen die Werkzeuge den erarbeiteten Anforderungen Folge leisten.

Die Literatur kennt eine Vielzahl von Bewertungskriterien für Technologien. Da sich diese Masterarbeit die Beurteilung hinsichtlich eines technologischen Aspekts zum Ziel setzt, werden wirtschaftliche Bewertungskriterien im Vorhinein bewusst ausgeschlossen. Aus den Werken von *Gomeringer*, *Rummel* und *Vorbach* können folgende Bewertungskriterien zusammengefasst werden:[79]

- Weiterentwicklungspotenzial der Technologie
- Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien
- Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien
- Strategiekonformität
- Patentsituation
- Anwendbarkeit in konkreten Produkten
- Vorhandensein von Know-how
- Verfügbarkeit von Ressourcen
- Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie
- Reifegrad der Technologie
- Möglichkeit, Kooperationen einzugehen
- Möglichkeit, die Technologie bzw. deren Anwendung fördern zu lassen

[79] Vgl. Gomeringer (2007), S. 195. und Rummel (2014), S. 169. und Vorbach (2011), S. 16 f.

Natürlich könnte die Liste noch erweitert werden, aber es kann davon ausgegangen werden, dass die angeführten Bewertungskriterien eine ganzheitliche Bewertung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie zulassen. In Tab. 10 wird der Zusammenhang zwischen den geforderten Bewertungskriterien und Anforderungen und den dafür benötigten Werkzeugen hergestellt. Teilweise kann es auch sein, dass die Beantwortung eines Bewertungskriteriums nur durch eine qualitative Einschätzung von Experten innerhalb des Unternehmens durchgeführt werden kann. Für diesen Fall wird in der Spalte der Werkzeuge der Vermerk „Qualitative Einschätzung durch Experten“ gesetzt. Es kann auch möglich sein, dass ein und dasselbe Bewertungskriterium durch das Ergebnis mehrerer Werkzeuge bewertet werden kann. Bei den Anforderungen werden nur jene aufgelistet, die einen unmittelbaren Einfluss auf die Werkzeugauswahl haben.

Bewertungskriterium	Werkzeug
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie	Technologielebenszyklus-Analyse
Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien	Technologielebenszyklus-Analyse
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien	Qualitative Einschätzung durch Experten
Strategiekonformität	Qualitative Einschätzung durch Experten, Gartner Hype Cycle
Anwendbarkeit in konkreten Produkten	Qualitative Einschätzung durch Experten
Vorhandenes Know-how	Kompetenzanalyse, Qualitative Einschätzung durch Experten
Verfügbarkeit von Ressourcen	Ressourcenanalyse, Qualitative Einschätzung durch Experten
Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie	Patentrecherche
Reifegrad der Technologie	Technology Readiness Level
Möglichkeit, Kooperationen einzugehen	Netzwerkanalyse
Kann die Entwicklung der Technologie bzw. deren Anwendung gefördert werden?	Recherche der Förderungsmöglichkeiten
Anforderung	Werkzeug
Das Vorgehensmodell muss sich mit zukünftigen Entwicklungen auseinandersetzen.	Trendanalyse

Tab. 10: Werkzeugauswahl aufgrund von Bewertungskriterien und Anforderungen, Quelle: Eigene Darstellung.

Auf Basis der Informationen aus Tab. 10 werden folgende Werkzeuge zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie benötigt:

- Gartner Hype Cycle
- Technologielebenszyklus-Analyse
- Kompetenzanalyse
- Ressourcenanalyse
- Patentrecherche
- Technology Readiness Level
- Netzwerkanalyse
- Recherche der Förderungsmöglichkeiten
- Trendanalyse

Bei den bisher aufgezählten Werkzeugen handelt es sich ausschließlich um Analysewerkzeuge, welche die benötigten Informationen zur Kriterienbewertung ausfindig machen. Die Informationen müssen dann anhand bestimmter Kriterien bewertet werden. Dazu werden die zuvor definierten Bewertungskriterien in zwei Bewertungskataloge übertragen, welche ein entsprechendes Ausprägungsmuster aufweisen. Zuletzt muss das Ergebnis der Bewertung noch entsprechend ausgewertet werden. Für diese Aufgabe soll ein Technologieportfolio verwendet werden. Zu den bereits genannten Werkzeugen müssen also noch die Werkzeuge Kriterienliste und Technologieportfolio aufgenommen werden.

5.2 Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie

Abb. 17 zeigt das entworfene generische Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie. Dabei wurden die Werkzeuge aus Unterkapitel 5.1 in eine logische Abfolge gebracht, welche es erlaubt, die Technologiebeurteilung systematisch durchzuführen. Das entwickelte Vorgehensmodell eignet sich dabei sowohl zur Beurteilung von Produkt- als auch von Prozesstechnologien. Die Unternehmen können selbst bestimmen, welche Werkzeuge und Bewertungskriterien für sie relevant sind. Ist z.B. die Verfügbarkeit von Ressourcen für ein Unternehmen kein relevantes Bewertungskriterium, so kann dieses mit dem dazugehörigen Werkzeug der Ressourcenanalyse einfach aus dem Vorgehensmodell entfernt werden. Ferner ist mit den restlichen Werkzeugen und Bewertungskriterien umzugehen.

Das Vorgehensmodell besteht aus fünf übergeordneten Modulen, welche inhaltlich zusammengehörige Werkzeuge zusammenfassen. An dieser Stelle wird vom Autor dieser Masterarbeit im Sinne einer systematischen Vorgehensweise empfohlen, sich an das hier definierte Vorgehen zu halten bzw. die Reihenfolge der Module und der darin befindlichen Werkzeuge einzuhalten. Die konkreten Überlegungen dahinter sind, dass es z.B. Sinn macht, sich zuerst mit der Technologie an sich, in Form der Säule der Technologieattraktivität, zu beschäftigen und so ein generelles Verständnis und Wissen über die Technologie aufzubauen, bevor man sich mit der unternehmensinternen Perspektive, in Form der Säule

der internen Technologiebereitschaft, auseinandersetzt. Ebenso macht es beispielsweise Sinn, sich zuerst auf die Analyse der vorhandenen Ressourcen zu konzentrieren, bevor man sich mit der aufbauenden Kompetenzanalyse beschäftigt. Folgend wird ein kurzer Überblick über die durchzuführenden Module gegeben. Eine genaue Beschreibung der Werkzeuge erfolgt anschließend im Kapitel 6.

- Modul 1: Säule der Technologieattraktivität
  Das Modul 1 beschäftigt sich mit der Analyse der Technologieattraktivität. Dazu gibt es innerhalb dieses Moduls einen vertiefenden Prozess, welcher Werkzeuge zur Verfügung stellt, die unterstützend bei der Analyse verwendet werden können. Die Werkzeuge von Modul 1 wurden dabei so ausgewählt, dass die nachfolgende Bewertung von Modul 3 durchgeführt werden kann. Das Ziel von Modul 1 ist die Analyse der Attraktivität der zu untersuchenden Technologie.
- Modul 2: Säule der internen Technologiebereitschaft
  Das Modul 2 beschäftigt sich mit der Analyse der internen Technologiebereitschaft. Auch hier existiert wieder ein vertiefender Prozess, der unterstützend zur Verfügung steht. Die Werkzeuge von Modul 2 wurden dabei so ausgewählt, dass die nachfolgende Bewertung von Modul 4 durchgeführt werden kann. Das Ziel dieses Moduls ist es zu analysieren, ob das Unternehmen bereit und in der Lage ist, die zu untersuchende Technologie entsprechend umzusetzen.
- Modul 3: Kriterienliste Technologieattraktivität
  Im Modul 3 werden die definierten Bewertungskriterien zur Beurteilung der Technologieattraktivität aufgrund der im Modul 1 durchgeführten Analysen bzw. der Einschätzung durch Experten bewertet. Die Bewertungskriterien sind dabei entsprechend unternehmensspezifisch zu gewichten und anschließend mit einem Wert von 1, 5 oder 10 zu bewerten. Das Ergebnis ist ein gewichteter Bewertungsfaktor und spiegelt die aktuelle Technologieattraktivität wider.
- Modul 4: Kriterienliste interne Technologiebereitschaft
  Das Modul 4 ist das Pendant zu Modul 3 und beschäftigt sich, auf Basis der durchgeführten Analysen aus Modul 2, mit der Beurteilung der internen Technologiebereitschaft. Auch hier ist zu Beginn eine unternehmensspezifische Gewichtung der Bewertungskriterien durchzuführen, und anschließend sind diese mit einem Wert von 1, 5 oder 10 zu bewerten. Das Ergebnis ist ein gewichteter Bewertungsfaktor und entspricht der internen Technologiebereitschaft.
- Modul 5: Technologieportfolio
  Modul 5 bildet den Abschluss des Vorgehensmodells und stellt die Bewertungsergebnisse aus Modul 3 und 4 grafisch in einem Portfolio dar. Je nachdem, in welchem Feld des Portfolios die Technologie aufgrund der Bewertung eingeordnet werden kann, ergeben sich entsprechende Handlungsempfehlungen, welche daraus abgeleitet werden können.

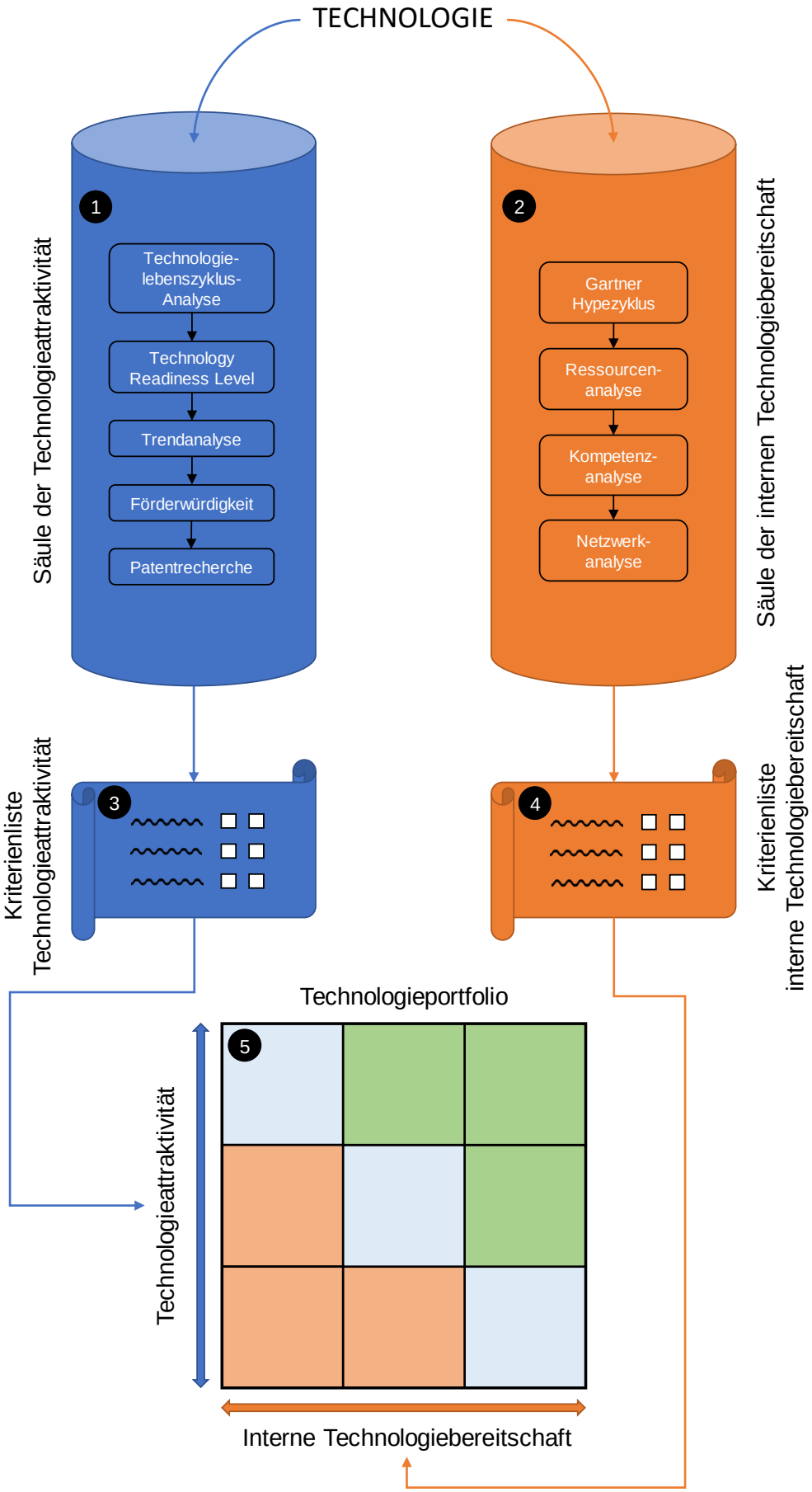


Abb. 17: Generisches Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie, Quelle: Eigene Darstellung.

6 BESCHREIBUNG DER VORGEHENSMODELL-WERKZEUGE

Der Inhalt dieses Kapitels ist die Beschreibung der Module und Werkzeuge, welche sich im Vorgehensmodell aus Abb. 17 befinden. Die Werkzeuge werden dabei in einer Tiefe beschrieben, die den Anwender das Werkzeug verstehen und anwenden lässt. Jedes Modul wird in einem eigenen Unterkapitel beschrieben. Bei den Modulen Säule der Technologieattraktivität und Säule der internen Technologiebereitschaft wird noch viertiefend auf die darin befindlichen Werkzeuge eingegangen. Ebenso wird in den einzelnen Werkzeugbeschreibungen vermerkt, welche Bewertungskriterien sich mithilfe der Werkzeuge bewerten lassen.

6.1 Säule der Technologieattraktivität

Die Säule der Technologieattraktivität setzt sich zum Ziel, die Attraktivität der zu untersuchenden Technologie systematisch zu analysieren. Folgend werden alle Werkzeuge, welche sich mit der Untersuchung der Technologieattraktivität beschäftigen, in der Reihenfolge wie der Autor dieser Masterarbeit die Anwendung im Vorgehensmodell empfiehlt, beschrieben.

6.1.1 Technologielebenszyklus-Analyse

Durch die Anwendung der Technologielebenszyklus-Analyse können gleich zwei Bewertungskriterien der Technologieattraktivität beurteilt werden. Um dies zu ermöglichen, besteht die Technologielebenszyklus-Analyse aus einer Kombination aus zwei bereits bekannten Konzepten, in denen Technologien innerhalb ihres Lebenszyklus eingeteilt werden. Zum einen aus der Technologielebenszyklus-Analyse nach Arthur D. Little, welche sich mit der Ausschöpfung der Wettbewerbsfähigkeit bzw. dem Weiterentwicklungspotenzial von Technologien beschäftigt, und zum andern aus der Technologie-S-Kurve von McKinsey, welche sich mit der Leistungsfähigkeit von Technologien auseinandersetzt. Zum besseren Verständnis werden zuerst beide Konzepte einzeln beschrieben und abschließend die Kombination zum Werkzeug der Technologielebenszyklus-Analyse erläutert. Da das Konzept des Technologielebenszyklus bereits im Unterkapitel 3.3 beschrieben wurde, wird folgend nur mehr auf das konkrete Werkzeug eingegangen.

Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little

Bei dem Technologielebenszyklus-Konzept nach Arthur D. Little durchläuft eine Technologie, in Abhängigkeit von der Zeit und der Ausschöpfung des Wettbewerbspotenzials, die Phasen Entstehung, Wachstum, Reife und Alter.[80] Durch die Anwendung dieses Konzepts sollen die strategischen Möglichkeiten der jeweiligen Technologie aufgezeigt werden können.[81] Dazu wird innerhalb der Phasen eine Klassifizierung nach Schrittmacher-, Schlüssel- und Basistechnologien vorgenommen. Während auf der Ordinate dieses Technologielebenszyklus-Konzepts der Grad der Ausschöpfung des Wettbewerbspotenzials aufgetragen wird, stellt die Abszisse den zeitlichen Lebenszyklus-Verlauf dar.[82]

[80] Vgl. Bullinger (1996), S. 4-45.

[81] Vgl. Saad/Roussel/Tiby (1993), S. 65.

[82] Vgl. Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 66.

Die Entstehungsphase einer neuen Technologie ist anfangs durch viel Ungewissheit gekennzeichnet. So besteht zu Beginn meist nur eine vage Vision, in welcher Anwendung diese Technologie eine Rolle spielen könnte. Die Ungewissheit auf Unternehmensseite bezüglich der konkreten Anwendung in Produkten wird durch die Ungewissheit auf Kundenseite, im Sinne von Unsicherheit, ob sie diese Produkte überhaupt kaufen würden, ergänzt. Wagt ein Unternehmen den Schritt und investiert in die Weiterentwicklung der Technologie, so ist der Grundstein für die nächste Phase gelegt. Befindet sich eine Technologie in der Wachstumsphase, so ist ihr Wissensstand bereits stark fortgeschritten. Dadurch kann die Technologie in immer mehr konkreten Anwendungen realisiert werden. Aufgrund der sich neu erschließenden Anwendungsmöglichkeiten innerhalb der Wachstumsphase werden die F&E-Aufwendungen in der Regel immer größer. Gleichzeitig nimmt aber das noch verbleibende Wettbewerbspotenzial aufgrund immer größer werdender Konkurrenz ab. Der Nutzen, der sich durch die Technologie noch erwirtschaften lässt, muss also mit einem hohen Aufwand bezahlt werden. Wird die Technologie zu einem gewissen Standard von Produkten bzw. Prozessen, so hat sie die Phase der Reife erreicht. Eine Weiterentwicklung ist aufgrund des zu erwartenden geringen Wettbewerbspotenzials nicht zu empfehlen. In der letzten Phase, der Altersphase, hat die Technologie ihren Zenit erreicht. Das Wettbewerbspotenzial nimmt immer weiter ab bzw. stagniert vollkommen, bis die Technologie letztendlich von einer Technologie mit einer höheren Leistungsfähigkeit und einem höheren Wettbewerbspotenzial subsituiert wird.[83]

Zur Einordnung und Abgrenzung der einzelnen Phasen nennen *Sommerlatte/Deschamps* mehrere qualitative Indikatoren, welche in Abhängigkeit von der jeweiligen Phase unterschiedliche Ausprägungen aufweisen.[84] In Tab. 11 befindet sich ein Auszug dieser Indikatoren. Die Vorlage zur Beurteilung der aktuellen Position im Technologielebenszyklus inkl. der restlichen Indikatoren und deren Beschreibung befindet sich im Anhang (s. Unterkapitel 11.1.1) dieser Masterarbeit.

Indikator	Entstehung	Wachstum	Reife	Alter
Unsicherheit über die technische Leistungsfähigkeit	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig
Investitionen in die Technologieentwicklung	niedrig	maximal	niedrig	vernachlässigbar
Breite der potenziellen Einsatzgebiete	unbekannt	groß	etabliert	abnehmend

Tab. 11: Auszug an Indikatoren zur Einstufung der Technologie im Technologielebenszyklus, Quelle: Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 53 (leicht modifiziert).

[83] Vgl. Saad/Roussel/Tiby (1993), S. 65 ff.

[84] Vgl. Sommerlatte/Deschamps (1986).

Obwohl die Indikatoren aus Tab. 11 bzw. die Indikatoren im Anhang bei der Einordnung der Technologie im Technologielebenszyklus unterstützend zur Verfügung stehen, darf nicht vergessen werden, dass es sich hier um einen idealtypischen Kurvenverlauf handelt. Tatsächlich tragen tausende Forscher und Entwickler dazu bei, dass der Verlauf der Kurve in vielen kleinen Schritten verläuft.[85]

Bewertet man die Indikatoren pragmatisch und verliert sich dabei nicht in Details, so wird einem dennoch ein mächtiges Werkzeug zur Verfügung gestellt, um eine Technologie entlang ihres Lebenszyklus anhand von qualitativen Indikatoren einzuteilen bzw. einzuschätzen.[86]

In Abb. 18 wird der idealtypische Kurvenverlauf des Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little dargestellt. Dabei wurden den jeweiligen Phasen die Technologiearten Schrittmacher-, Schlüssel- und Basistechnologie zugewiesen.

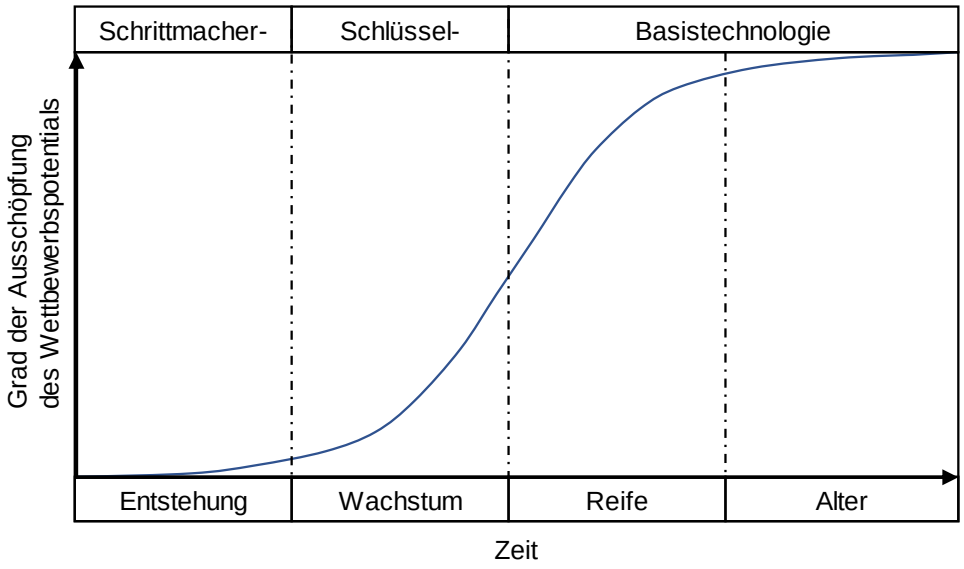


Abb. 18: Idealtypischer Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little,
Quelle: Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52 (leicht modifiziert).

Technologie S-Kurve von McKinsey

Das von der Unternehmensberatung McKinsey entwickelte Technologie-S-Kurven-Modell ist eine Weiterentwicklung der klassischen Technologielebenszyklus-Konzepte und beschäftigt sich mit der Leistungsfähigkeit von Technologien in Abhängigkeit vom kumulierten F&E-Aufwand. Der Grundgedanke dabei ist, dass jede Technologie irgendwann zwangsläufig ihre Leistungsgrenze erreicht.[87]

Das in den 1980er-Jahren entwickelte Konzept trägt dabei die Leistungsfähigkeit einer Technologie über den kumulierten F&E-Aufwand auf. Ähnlich dem Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little ist auch die S-Kurve nur ein idealtypischer Verlauf. In der Darstellung von McKinsey wird relativ plakativ gezeigt, dass sich vor allem bei reifen Technologien eine zusätzliche Investition in F&E nicht mehr rentiert.

[85] Vgl. Saad/Roussel/Tiby (1993), S. 67.

[86] Vgl. Höft (1992), S. 79.

[87] Vgl. Bullinger (1996), S. 4-46.

Erreicht eine Technologie die Reife einer Basistechnologie, so ist der Wechsel zu einer alternativen Technologie in Erwägung zu ziehen. Neue Technologien führen aber nicht immer zwangsläufig sofort zu einer höheren Leistungsfähigkeit. Oft ist es der Fall, dass neue Technologien noch eine längere Zeit reifen müssen, bis ihr Einsatz tatsächlich zu Wettbewerbsvorteilen führt. Deshalb liegt die Leistungsfähigkeit der potenziellen Substitutionstechnologie anfangs meist hinter der Leistungsfähigkeit der alten Technologie.[88]

Das Erkennen, wann neue Technologien zu entwickeln bzw. zu adaptieren sind, wird von vielen Autoren als zentrale Aufgabe des Technologiemanagements gesehen.[89] Obwohl das S-Kurven-Konzept ein idealtypisches Konzept ist, kann es dennoch unterstützend als Entscheidungshilfe verwendet werden. Auch hier gilt es wieder, pragmatisch vorzugehen und sich nicht darin zu verlieren, dass keine quantitativen Grenzen zur Verfügung stehen, wann eine Technologie ein Stadium verlässt und das nächste betritt. Es geht vielmehr darum, sich bewusst zu werden, wie groß die relative Leistungsfähigkeit im Vergleich zu alternativen, vielleicht konkurrierenden Technologien ist, und aufgrund dessen dann Entscheidungen treffen zu können.

Abb. 19 zeigt den idealtypischen Verlauf der Technologie-S-Kurve. Auf der S-Kurve wurden dabei die Technologiearten Schrittmacher-, Schlüssel- und Basistechnologie aufgetragen. Ebenso erkennt man in der Abbildung die Grenzen der Leistungsfähigkeit sowie den anfänglichen Rückstand der neuen Technologie.

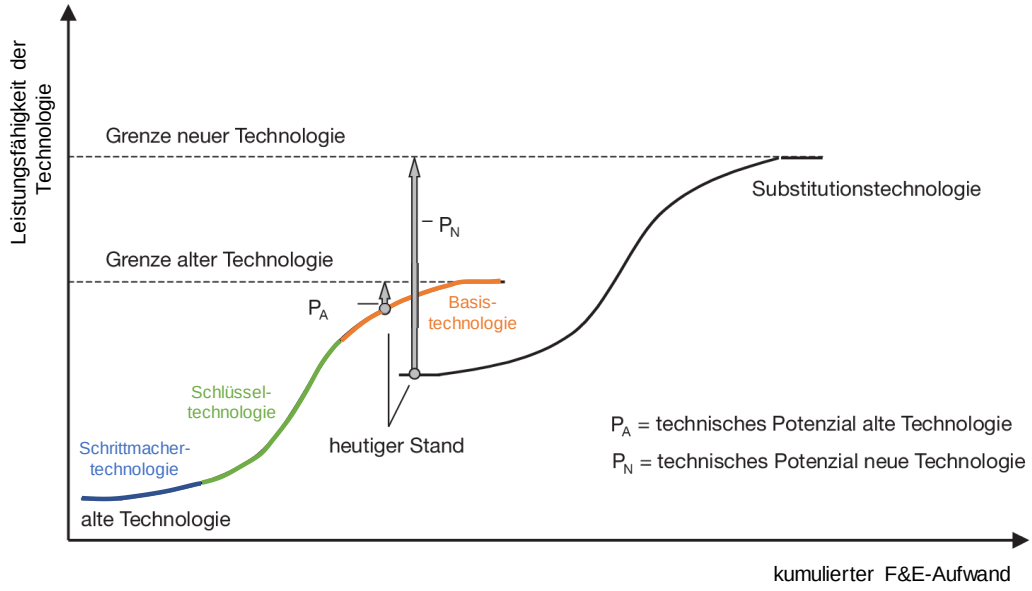


Abb. 19: Idealtypische McKinsey-Technologie-S-Kurve,
Quelle: In Anlehnung an Möhrle/Specht (2018), Onlinequelle [02.11.2019].

Technologielebenszyklus-Analyse

Betrachtet man die Konzepte von Arthur D. Little und McKinsey, so lassen sich gewisse Synergien erkennen. Der Verlauf des Lebenszyklus von beiden Konzepten gleicht dem einer S-Kurve. Ebenso findet in beiden Konzepten eine Einteilung in Schrittmacher-, Schlüssel- und Basistechnologie statt. Der

[88] Vgl. Gausemeier u.a. (2019), S. 9.

[89] Vgl. Christensen/Matzler/Friedrich von den Eichen (2013), S. 60.

Unterschied der beiden Konzepte liegt in ihrem Betrachtungsgegenstand. Während sich der Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little mit dem Wettbewerbspotenzial in Abhängigkeit von der Zeit beschäftigt, kümmert sich die Technologie-S-Kurve von McKinsey um die Leistungsfähigkeit von Technologien in Abhängigkeit vom kumulierten F&E-Aufwand. Das Werkzeug Technologielebenszyklus-Analyse vereint beide Ansätze und stellt dem Anwender so ein Werkzeug zur Verfügung, welches beide Untersuchungsgegenstände kombiniert.

Die in Abb. 20 dargestellte Technologielebenszyklus-Analyse zeigt die Kombinationen aus den beiden Konzepten. Das Grundgerüst wurde von *Sommerlatte/Deschamps* mit einer kleinen Änderung übernommen.[90] Auf der Ordinate ist nicht mehr der Grad der Erreichung des Wettbewerbspotenzials aufgetragen, sondern das Weiterentwicklungspotenzial der Technologie. Dadurch wird dem in Unterkapitel 5.1 definierten Bewertungskriterium Weiterentwicklungspotenzial der Technologie Folge geleistet. Ebenso wurde der Betrachtungsgegenstand der Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit vom kumulierten F&E-Aufwand in das Grundgerüst übertragen. Will man das Weiterentwicklungspotenzial einer Technologie beurteilen, so kann dies mit den qualitativen Indikatoren aus Tab. 11 durchgeführt werden. Die Leistungsfähigkeit der Technologie wird wie gewohnt über den kumulierten F&E-Aufwand pragmatisch festgestellt. Wichtig dabei ist, dass man auch alternative Technologien bezüglich ihrer aktuellen Leistungsfähigkeit einschätzt. Im Anhang (s. Unterkapitel 11.1.2) befindet sich eine Vorlage zum Anwenden des Werkzeugs Technologielebenszyklus-Analyse, mit der der Anwender in der Lage ist, die Bewertungskriterien Weiterentwicklungspotenzial der Technologie und Leistungsfähigkeit der Technologie zu bewerten.

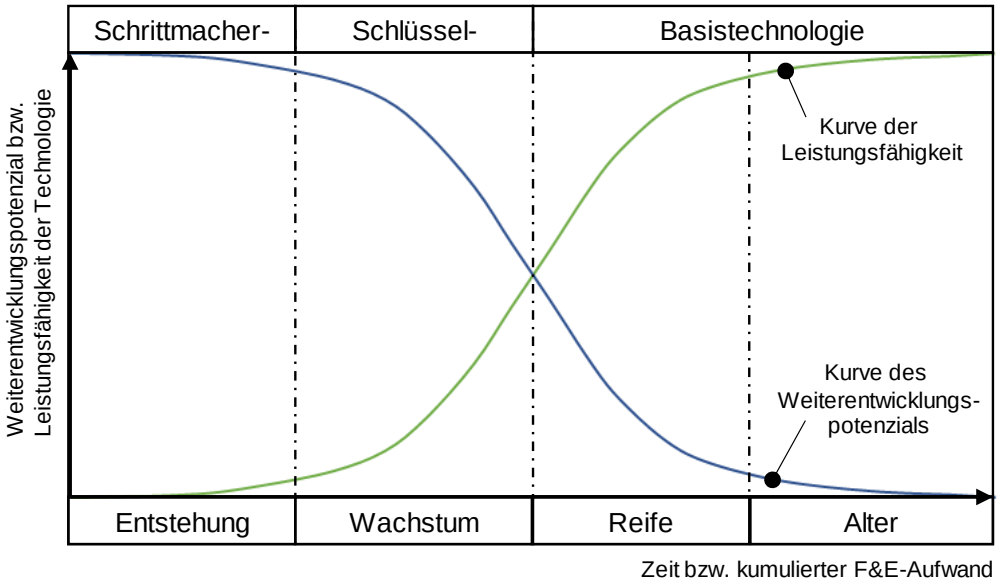


Abb. 20: Technologielebenszyklus-Analyse,
Quelle: In Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

[90] Vgl. Sommerlatte/Deschamps (1986).

6.1.2 Technology Readiness Level

Der Technology Readiness Level (TRL) wurde in den 1980er-Jahren als Verfahren zur Bewertung der Technologiereife von der NASA entwickelt. Ursprünglich wurde das Konzept zur Reifegradbeurteilung von Produkttechnologien im Bereich der Luft- und Raumfahrt eingesetzt. Heutzutage findet der TRL zunehmend auch in anderen Branchen Einzug. Mittlerweile gibt es neun Stufen, in denen eine Technologie aufgrund ihres Reifegrads eingeteilt werden kann. Dabei gilt: Je höher die Stufe des TRL ist, desto höher ist der Reifegrad einer Technologie. So entspricht ein TRL von 1 einer Technologie, welche sich im Stadium der Grundlagenforschung befindet, hingegen ein TRL von 9 einer Technologie, die bereits erfolgreich qualifiziert in einem System eingesetzt wird.[91]

Innerhalb der neun TRL-Stufen kann eine Gruppierung bezüglich der Technologiephase durchgeführt werden. So spricht man bei Technologien der Stufen 1-3 von Forschung, zwischen 4-6 von Technologieentwicklung und von 7-9 von Produktentwicklung (s. Abb. 21).[92]

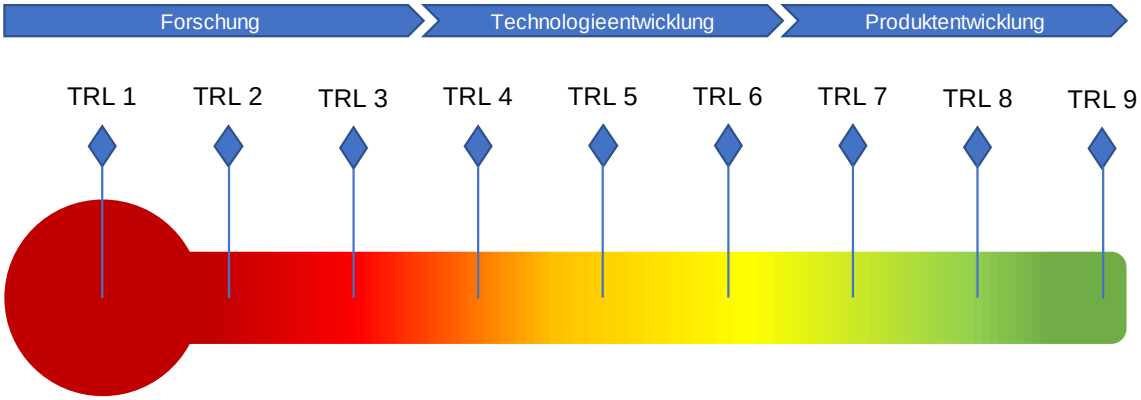


Abb. 21: Technology Readiness Level, Quelle: In Anlehnung an Mai (2017), Onlinequelle [02.11.2019].

Zum besseren Verständnis des TRL folgt auf Basis von *Mankins* eine kurze Beschreibung der einzelnen Level:[93]

- TRL 1 – Nachweis der Grundprinzipien
  Auf dieser Stufe beginnt der Wechsel von Grundlagenforschung in angewandte Forschung. Als Beispiel kann an dieser Stelle die Untersuchung der Grundeigenschaften, z.B. die Zugfestigkeit eines neuen Materials, genannt werden.
- TRL 2 – Ausgearbeitetes Technologiekonzept und/oder potenzielle Anwendung formuliert
  Im Anschluss an die Beobachtung der grundlegenden physikalischen Eigenschaften folgt in Stufe zwei die Formulierung eines Technologiekonzepts mit der dazugehörigen potenziellen Anwendung. Die Anwendung ist dabei aber noch rein spekulativ, was bedeutet, dass keine Beweise bzw. Analysen vorliegen, welche die Vermutungen untermauern.

[91] Vgl. Gausemeier u.a. (2019), S. 243.

[92] Vgl. U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011), Onlinequelle [19.08.2019].

[93] Vgl. Mankins (2004), Onlinequelle [02.11.2019].

- TRL 3 – Experimentelle Bestätigung des Technologiekonzepts (Proof of Concept)
  Beim TRL 3 werden die kritischen Funktionen und Eigenschaften einer Technologie überprüft. Das im TRL 2 definierte Technologiekonzept wird durch analytische und laborgestützte Studien verifiziert.
- TRL 4 – Funktionsnachweis der Technologie unter Laborbedingungen
  Nach einem erfolgreichen Proof of Concept geht es beim TRL 4 darum, die einzelnen Bestandteile einer Technologie in eine Systemlösung zu integrieren und dessen Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Im Vergleich zum geplanten realen Einsatz der Lösung ist der Testaufbau dabei noch stark vereinfacht, meist auf einem Prüfstand, ausgeführt.
- TRL 5 – Funktionsnachweis der Technologie in simulierter, realer Umgebung
  Der TRL 5 bestätigt die Funktion der Technologie unter möglichst der Realität entsprechenden Einsatzbedingungen. Dazu werden die Komponenten der Technologie mit der Infrastruktur aus dem Umfeld verbunden. Als konkretes Beispiel kann an dieser Stelle die Überprüfung der Aerodynamik eines Fahrzeugteils in einem Windkanal genannt werden.
- TRL 6 – Demonstration des Prototyps unter Einsatzbedingungen
  Auf dieser Stufe werden die Prototypen unter vergleichbaren Einsatzbedingungen getestet. Werden Prototypen unmittelbar unter realen Einsatzbedingungen getestet, so überspringen sie diese Stufe. Beispielsweise könnte ein Raumfahrzeug unter ähnlichen Bedingungen auf der Erdoberfläche getestet und validiert werden.
- TRL 7 – Demonstration des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen
  Der TRL 7 bestätigt die Funktion des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen. Es kann davon ausgegangen werden, dass es im wirklichen System zu keinen unerwarteten Überraschungen kommt.
- TRL 8 – Für den Einsatz qualifiziertes System
  Erreicht die Technologie einen TRL von 8, so hat sie bewiesen, dass sie in ihrer konkreten Anwendung unter realen Einsatzbedingungen funktioniert. Somit ist sie bereit für den geplanten Einsatz.
- TRL 9 – Im Einsatz bewährtes System
  Technologien, die Stufe neun erreicht haben, haben sich erfolgreich im realen Einsatz bewährt. Es sind nur mehr kleine Anpassungen notwendig, um beispielsweise „Kinderkrankheiten“ zu beseitigen.

Grundsätzlich erreicht die Technologie einen Reifegrad, wenn sie die Definition des jeweiligen Reifegrads erfolgreich erfüllt.[94] Zum Beispiel befähigt der erfolgreiche Funktionsnachweis einer Technologie unter Laborbedingungen die Technologie zum Erreichen von TRL 4. Zur Einordnung der Technologie in ihrem aktuellen Reifegrad befindet sich im Anhang (s. Unterkapitel 11.1.3) eine Vorlage. Diese Vorlage beinhaltet neben den Definitionen der Reifegrade noch weitere Einstufungshilfen in Form einer Checkliste. Durch die Anwendung dieses Werkzeugs ist der Anwender in der Lage, das Bewertungskriterium Reifegrad der Technologie zu bewerten.

[94] Vgl. Mai (2017), Onlinequelle [02.11.2019].

6.1.3 Trendanalyse

Die Analyse von Trends spielt für die Attraktivität von Technologien eine wesentliche Rolle. Findet sich eine Technologie in einem oder vielleicht sogar mehreren Trends wieder, so ist ihre Attraktivität tendenziell höher einzustufen. Im Internet existiert bereits eine Vielzahl an Trends und auch Trendkarten, welche versuchen, die Zusammenhänge grafisch darzustellen. Das Problem solcher generischen Trendkarten ist, dass ihnen aufgrund ihrer Allgemeingültigkeit der unternehmensspezifische Bezug fehlt. Für die Beurteilung der Technologieattraktivität durch KMU aus der Automobilzulieferindustrie spielen z.B. Trends aus der Gastronomie keine Rolle.

Daher ist es notwendig, dass ein Unternehmen seine eigene Technologie-Trendlandkarte erstellt. Mithilfe dieser Technologie-Trendlandkarte ist es dann in der Lage zu beurteilen, ob die Adaptierung einer Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends unterstützend wirkt oder nicht.

Bei der Erstellung der Technologie-Trendkarte wird sich am Vorgehen von *Lercher/Terler/Knöbl* orientiert. Ausgangspunkt der Trendanalyse sind Trendkarten, welche entweder selbst erstellt oder aus der Literatur bzw. dem Internet übernommen werden. Im Optimalfall beinhaltet eine Trendkarte den Namen des Trends und ein aussagekräftiges Bild auf der Vorderseite und eine detaillierte Beschreibung mit evtl. Anwendungen auf der Rückseite.[95] Zu Beginn werden in einer Gruppe aus den Trendkarten jene ausgewählt, bei denen die Teilnehmer glauben, diese seien von strategischer Relevanz für die zukünftigen Tätigkeiten des Unternehmens. Im Anschluss beginnt die eigentliche Erstellung der Technologie-Trendlandkarte, um die Zusammenhänge der Trends transparent zu machen. Dafür werden die Trends in eine Liste übertragen und anschließend die Folgetrends eines jeden Trends definiert. Dabei ist darauf zu achten, dass eine n:1-Beziehung besteht. Das bedeutet, dass ein Trend immer nur einen Folger besitzen darf. Umgekehrt dürfen jedoch mehrere Trends denselben Folger aufweisen. Anschließend erfolgt eine grafische Darstellung der Beziehungen aus den Trends, welche sogleich auch die Technologie-Trendkarte ist.[96]

Durch die Erstellung der Technologie-Trendkarte können folgende Muster entstehen:[97]

- Loops
  Trends, die sich in einem Loop befinden, verlangen i.d.R. nach einer erhöhten Aufmerksamkeit. Innerhalb der gesamten Trendkarte muss es mindestens einen geschlossenen Loop geben.
- Collector
  Ein Trend wird als Collector bezeichnet, wenn mindestens zwei weitere Trends zu ihm führen. Grundsätzlich gilt: Je mehr Trends zu einem Collector führen, desto wichtiger ist er.
- Conflict Chain
  Man spricht von Konfliktketten, wenn zwei eigentlich widersprüchliche Wahrnehmungen durch eine (Konflikt-)Kette miteinander verbunden sind. Die sich im Widerspruch befindlichen Trends befinden sich dabei jeweils am Ende der Kette.

[95] Vgl. Lercher u.a. (o.J.), S. 24.

[96] Vgl. Lercher/Terler/Knöbl (o.J.), S. 35 f.

[97] Vgl. Terler (2019), S. 31.

Auf Basis der entwickelten Trendkarte und der sich daraus ergebenden Muster muss nun eine Entscheidung getroffen werden, welche Technologietrends von besonderer Relevanz sind. Den drei oben angeführten Mustern ist grundsätzlich eine hohe Priorität zuzuweisen, aber auch andere Trends können von besonderer Bedeutung für das Unternehmen sein. Hier empfiehlt es sich, pragmatisch vorzugehen und in einer Gruppe über die Wichtigkeit zu diskutieren. Letztendlich ist es die Aufgabe des Unternehmens festzulegen, wie die Bewertung durchgeführt werden soll und wie viele unternehmensrelevante Trends eine Technologie ansprechen muss, um als attraktiv eingestuft zu werden.

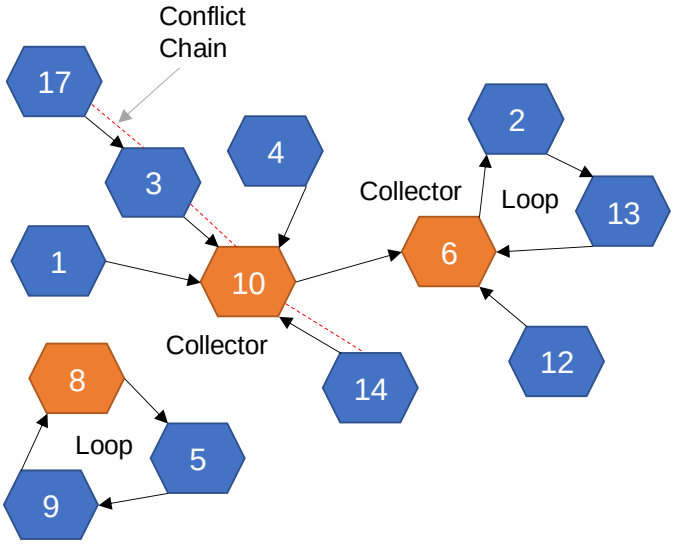


Abb. 22: Exemplarische Trendkarte, Quelle: In Anlehnung an Lercher/Terler/Knöbl (o.J.), S. 36.

Zusammenfassend kann die Trendanalyse auf folgende sechs Schritte reduziert werden:

1) Erstellung von Technologie-Trendkarten.
   Hier empfiehlt es sich, auf bereits identifizierte Trends zuzugreifen. Quellen dafür sind z.B. das Zukunftsinstitut, TRENDONE, Future Today Institute oder auch JWT Intelligence.
2) Bestimmen der relevanten Technologie-Trends.
3) Übertragung der relevanten Technologie-Trends in eine Liste, in der die jeweiligen Zusammenhänge transparent gemacht werden und eine entsprechende unternehmensspezifische Priorisierung durchgeführt wird. Dabei gilt es, die n:1-Beziehung zu beachten.
4) Darstellung der Ergebnisse in einer Technologie-Trendlandkarte.
5) Reflexion der Bewertung aufgrund des Musters der Technologie-Trendlandkarte und eventuelles Anpassen der Priorität.
6) Bewertung, ob die untersuchte Technologie unterstützend bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends wirkt.

Durch die Anwendung der Trendanalyse ist der Anwender in der Lage, das Bewertungskriterium Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends? Zu bewerten. Im Anhang (s. Unterkapitel 11.1.4) befindet sich eine Vorlage, in der die Trends aufgelistet, nummeriert, ihre Beziehungen (Welcher Trend führt zu welchem Trend?) entsprechend vermerkt und die Wichtigkeit/Priorität festgelegt werden können. Zur Erstellung der Technologie-Trendkarte empfiehlt sich ein Programm wie beispielsweise Excel oder PowerPoint.

6.1.4 Förderwürdigkeit

Da das begrenzte Budget ein ständiger Wegbegleiter von vielen KMU ist, so ist die Analyse der Förderwürdigkeit fast unabdingbar. Besteht die Möglichkeit, die Technologie über z.B. staatliche Einrichtungen oder Cluster fördern zu lassen, so wirkt sich dies direkt auf die Attraktivität der jeweiligen Technologie aus. Natürlich ist eine Förderung noch lange kein Garant für eine erfolgreiche Technologieadaption, sie kann aber gerade in der frühen Phase der Entwicklung das Risiko reduzieren. Um eine potenzielle Förderwürdigkeit herausfinden zu können, stehen u.a. folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Förderservice der Wirtschaftskammer, für grundlegende Förderinformationen
- Landesförderstellen der einzelnen Bundesländer
- Finanzierungsmöglichkeiten der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft
- Finanzierung für Innovationen der Europäischen Investitionsbank
- Horizon 2020
- u. v. m.

Die oben angeführte Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, zeigt aber, dass mehrere Stellen zur Verfügung stehen, um sich Technologien und in weiterer Folge Forschungsprojekte fördern zu lassen. Dem Anwender des Vorgehensmodells bleibt es also nicht erspart, in Abhängigkeit der zu untersuchenden Technologie sämtliche Stellen bezüglich einer Fördermöglichkeit anzulaufen und herauszufinden, ob eine Förderung möglich und wie hoch sie sein könnte. Durch die Analyse der Förderwürdigkeit ist der Anwender in der Lage, das Bewertungskriterium Förderwürdigkeit der Technologie zu beurteilen.

6.1.5 Patentrecherche

Das Werkzeug Patentrecherche klärt die Frage, ob die zu untersuchende Technologie frei am Markt verfügbar oder in einer spezifischen Anwendung bereits patentrechtlich geschützt ist. Sollte die Technologie geschützt sein, so bedeutet dies noch nicht zwangsläufig, dass sie nicht verwendet werden kann. Jedoch müssen dann im Normalfall Lizenzgebühren oder Ähnliches an den Patentinhaber entrichtet werden, um die Technologie zu verwenden. Dies kann die letztendliche Technologieattraktivität drastisch verringern.

Ebenso wie bei dem Werkzeug Förderwürdigkeit gibt es für die Patentrecherche keine Vorlage. Vielmehr ist auch hier der Anwender des Vorgehensmodells in der Verantwortung, eine Patentrecherche nach bestem Wissen und Gewissen durchzuführen. Dazu eignen sich vor allem die frei zugänglichen Patentdatenbanken von z.B. Espacenet, DEPATISnet oder auch Google Patents. Wenn nötig, können auch externe Patentanwälte beauftragt werden, eine Recherche durchzuführen, wobei dabei aber mit erheblichen Mehrkosten zu rechnen ist. Nach erfolgreicher Durchführung einer Patentrecherche ist der Anwender des Vorgehensmodells in der Lage, das Bewertungskriterium Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie zu beurteilen.

6.2 Säule der internen Technologiebereitschaft

Die Säule der internen Technologiebereitschaft setzt sich zum Ziel herauszufinden, ob und wie weit das Unternehmen bereit ist, die zu untersuchende Technologie umzusetzen bzw. zu adaptieren. Gerade in KMU sind die Ressourcen meist ohnehin sehr begrenzt. Die Überlegung, eine zusätzliche, womöglich komplett neue Technologie in das Portfolio mit aufzunehmen, gehört daher sehr gut abgewogen. Nur wenn ausreichend Know-how und Ressourcen vorhanden sind und die Technologie d'accord mit der langfristigen Unternehmensstrategie geht, ist eine weitere Betrachtung aus heutiger unternehmensinterner Sicht sinnvoll. Durch die Erfassung des Status quo der internen Technologiebereitschaft können in weiterer Folge auch Potenziale aufgedeckt bzw. Handlungsempfehlungen gegeben werden, was das Unternehmen ändern müsste, um die interne Technologiebereitschaft zu erhöhen. Letztendlich lassen sich so auch konkrete Handlungsfelder für das Managementteam identifizieren. Folgend werden alle Werkzeuge, welche sich mit der Untersuchung der internen Technologiebereitschaft beschäftigen, in der empfohlenen Reihenfolge beschrieben.

6.2.1 Gartner Hype Cycle

Ebenso wie der bereits im Unterkapitel 6.1.1 dargestellte Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little und die Technologie-S-Kurve von McKinsey beschäftigt sich auch der Hype Cycle von Gartner mit dem Lebenszyklus von Technologien. Während sich die beiden anderen Konzepte mit der Wettbewerbsfähigkeit bzw. Leistungsfähigkeit von Technologien beschäftigen, beschäftigt sich der Hype Cycle von Gartner mit den Erwartungen und der Aufmerksamkeit einer Technologie in Abhängigkeit von der Zeit.

In den 1990er-Jahren entwickelte die Gartner-Beraterin Jacke Fenn den ersten Hype Cycle und erkannte, dass fast alle Technologien ein gewisses Muster aufweisen. Durch ihre Untersuchungen von verschiedensten Technologien bemerkte Fenn, dass neue Technologien zuerst immer einen der Sturm an Begeisterung auslösen und später, wenn erste Prototypen die Erwartungen nicht erfüllen können, die Ernüchterung folgt. Auf Basis dessen erstellte sie einen Hype Cycle, der dieses Verhalten widerspiegelt. Aus dem damals zweiseitigen Bericht wurde ein weltweit bekanntes strategisches Werkzeug. Mittlerweile stellt Gartner jährlich einen neuen Hype Cycle zur Verfügung, auf dem sie die verschiedensten Technologien anordnen.[98]

Der Gartner Hype Cycle hilft zu verstehen, wann Technologien nur aufgrund von überzogenen Erwartungen künstlich gepusht werden und wann sie wirtschaftlich wirklich verwertbar sind. In Abhängigkeit von der verfolgten Unternehmensstrategie kann durch einen Blick auf den Hype Cycle herausgefunden werden, ob der richtige Zeitpunkt für die Technologieverwendung gekommen ist. So haben First Mover den Anspruch, von Anfang an in die Technologie zu investieren und das erhöhte Risiko eines Fehlschlags in Kauf zu nehmen, während die späten Folger abwarten, bis sich der wirkliche Nutzen der Technologie herauskristallisiert hat. An dieser Stelle darf aber nicht vergessen werden, dass es sich hier nur um eine qualitative Einschätzung und einen idealtypischen Verlauf handelt.[99]

[98] Vgl. Fenn/Raskino (2008), Kap. 1.

[99] Vgl. Gartner, Inc. (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [04.11.2019].

Das Konzept des Hype Cycle wurde von Gartner so aufgebaut, dass eine Technologie nacheinander fünf Phasen durchläuft:[100]

- Technologischer Auslöser
  Eine Technologie feiert ihren (Labor-)Durchbruch und löst großes Interesse in der Öffentlichkeit aus. Die ersten Erfolge und ein eventuelles Proof of Concept feuern das Medieninteresse noch weiter an. Oftmals sind die konkreten Anwendungen noch Phantasien und nicht definiert.
- Gipfel der überzogenen Erwartungen
  Die Technologie ist auf dem Gipfel der Erwartungen angekommen. Aufgrund von oftmals übertriebenem Enthusiasmus und in der Angst, etwas verpassen zu können, beginnen immer mehr Unternehmen mit der Weiterentwicklung der Technologie. Die Technologie wird als „eierlegende Wollmilchsau“ gesehen.
- Tal der Enttäuschungen
  Können Technologien ihren Erwartungen nicht gerecht werden, so erreichen sie das Tal der Enttäuschungen und beenden somit den Hype um die Technologie. Die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Technologie stößt an ihre Grenzen und ruft dadurch eine negative Berichterstattung hervor.
- Pfad der Erleuchtung
  Obwohl viele Unternehmen aufgrund der Enttäuschung schon dem nächsten Hype hinterherjagen, bleiben manche Unternehmen der Technologie treu. Durch ständige Verbesserung und Weiterentwicklung schaffen sie es so, den wirklichen Nutzen der Technologie darzustellen.
- Plateau der Produktivität
  Erreicht eine Technologie das Plateau der Produktivität, so sind die Technologie- und Markrisiken bekannt und beherrschbar. Immer mehr Unternehmen wagen den Schritt, die Technologie zu verwenden, was einen Konkurrenz- und oftmals Preiskampf lostritt.

Bezüglich der Bewertung und Einteilung der Technologie innerhalb der beschriebenen Abschnitte sei noch angemerkt, dass es zu berücksichtigen gilt, dass es in jeder Phase Barrieren in Form von technischen Risiken, F&E-Aufwände usw. gibt. Diese Barrieren können den Verlauf und sogar den Fortbestand einer Technologie drastisch verändern.[101]

Nachdem die allgemeine Funktionsweise des Gartner Hype Cycle erläutert wurde, folgt nun die konkrete Anwendung des Werkzeugs Gartner Hype Cycle aus dem Vorgehensmodells. Sinn und Zweck dieses Werkzeugs ist es, letztendlich das Bewertungskriterium Strategiekonformität bewerten zu können. Dazu ist es notwendig, die Technologie aus dem aktuellen Gartner Hype Cycle innerhalb der Kurve von Abb. 23 einzutragen.

[100] Vgl. Gartner, Inc. (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [04.11.2019] und Gausemeier u.a. (2019), S. 228 f.

[101] Vgl. Pinker (2016), Onlinequelle [04.11.2019].

Das Grundgerüst aus Abb. 23 wurde vom Gartner Hype Cycle übernommen. Zusätzlich wurden aber noch die Bereiche A, B und C eingefügt. Die Bereiche stellen die interessanten Handlungsfelder für Unternehmen dar. Je nachdem, welchen Unternehmenszweck und welche Strategie ein Unternehmen verfolgt, wird es bevorzugt in einem der drei Bereiche einsteigen. Unternehmen, die ihren Einstiegszeitpunkt im A-Bereich haben, können als Pioniere angesehen werden. Sie nehmen das Risiko eines Fehlschlags bewusst in Kauf, haben bei erfolgreicher Umsetzung aber natürlich auch einen entsprechenden Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz. Der Bereich von B kann den frühen Folgern zugeteilt werden. Nachdem der große Hype vorbei und das Tal der Enttäuschung erreicht ist, sind sie bereit, in die Technologie zu investieren. Auch hier besteht immer noch ein gewisses Restrisiko, welches aber bewusst in Kauf genommen wird. Der letzte Bereich gehört den risikoaversen Unternehmen, welche auch als späte Folger bezeichnet werden könnten. Sie sind nicht bereit, ein Risiko einzugehen, und adaptieren eine Technologie erst, wenn sie sich sicher sind, dass sie auch wie gewünscht funktioniert.[102]

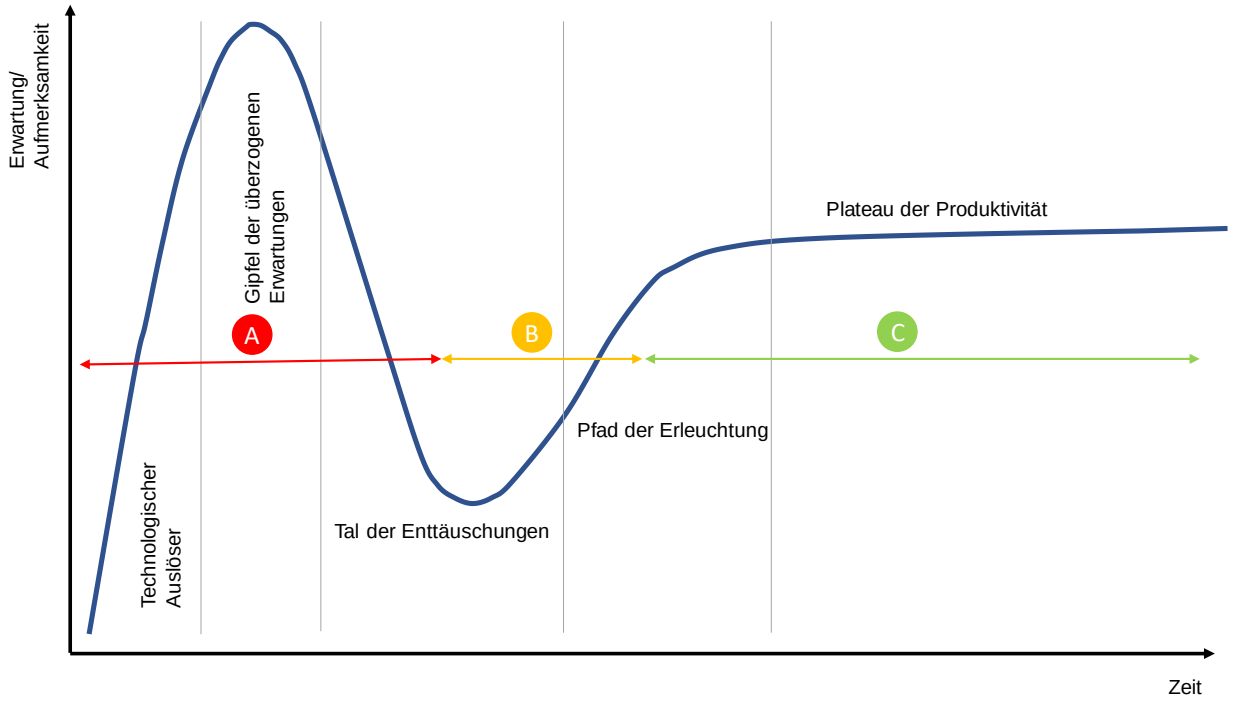


Abb. 23: Gartner Hype Cycle, Quelle: In Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1.

Es kann natürlich auch vorkommen, dass die zu untersuchende Technologie nicht im veröffentlichten Hype Cycle enthalten ist. Sollte dies der Fall sein, so besteht entweder die Möglichkeit, ein externes Institut mit der Einstufung am Hype Cycle zu beauftragen, oder aber die Bewertung selbst bzw. durch Experten innerhalb des Unternehmens nach bestem Wissen und Gewissen durchzuführen. Dazu ist es natürlich notwendig, sich vertiefend mit der Technologie und deren Historie auseinanderzusetzen.

Im Anhang (s. Unterkapitel 11.2.1) befindet sich eine Vorlage zum Werkzeug Gartner Hype Cycle. In diese Vorlage kann die Technologie entweder 1:1 aus dem veröffentlichten Hype Cycle übertragen oder durch das Unternehmen selbst eingetragen werden.

[102] Vgl. Fenn/Raskino (2008), Kap. 1.

6.2.2 Ressourcenanalyse

Klassische Ressourcenanalysen werden hauptsächlich bei der Formulierung von Unternehmensstrategien angewandt und verfolgen das Ziel, strategische Ressourcen ausfindig zu machen, mit denen in weiterer Folge Wettbewerbsvorteile generiert werden können. Um die interne Technologiebereitschaft beurteilen zu können, müssen die Ressourcen aber nicht zwangsläufig von strategischer Natur sein. In erster Linie ist es wichtig, dass sie überhaupt vorhanden sind und vom Unternehmen genutzt werden können, um die Technologie entsprechend zu verwerten.

Die in diesem Vorgehensmodell verwendete Ressourcenanalyse ist eine abgewandelte Form der strategischen Analyse. Es geht dabei nicht darum festzustellen, welche Ressourcen einen strategischen Vorteil bringen, sondern darum herauszufinden, welche generellen Ressourcen das Unternehmen vorweisen kann. Neben dem generellen Vorhandensein der Ressource muss aber auch deren Verfügbarkeit untersucht werden. Eine vorhandene Ressource bringt keinen effektiven Nutzen, wenn sie nicht genutzt werden kann, weil sie z.B. schon komplett ausgelastet ist.

Zur Auffindung der im Unternehmen befindlichen Ressourcen wird das *Hofer/Schendel*-Schema empfohlen. Das 1978 von *Hofer/Schendel* entwickelte Schema unterscheidet fünf Arten von Ressourcen:[103]

1) Finanzielle Ressourcen (Cashflow, Kreditwürdigkeit usw.)
2) Physische Ressourcen (Gebäude, Maschinen usw.)
3) Humanressourcen (Ingenieure, Führungskräfte usw.)
4) Organisatorische Ressourcen (Prozesse, Informationssysteme usw.)
5) Technologische Ressourcen (Qualitätsstandards, Know-how usw.)

Das oben angeführte Schema muss nicht zwangsläufig verwendet werden, es liefert aber eine gute Hilfestellung im Checklistencharakter, wenn es darum geht, systematisch die Ressourcen im Unternehmen zu erfassen.

Zusammenfassend lässt sich das Vorgehen der Ressourcenanalyse in folgende Schritte einteilen:

1) Identifikation der Ressourcen, vorzugsweise mittels *Hofer/Schendel*-Schema.
2) Bei den Ressourcen, wo es möglich ist, eine aktuelle Auslastung abzuschätzen, wie z.B. bei Produktionsmaschinen, ist der aktuelle Auslastungsgrad anzugeben.

Es ist nicht das Ziel des Werkzeugs, eine allumfassende Beschreibung aller Unternehmensressourcen zu liefern. Der Anwender muss aufgrund des sonst zu groß werdenden Aufwands abwiegen, wie tiefgreifend die Ressourcenanalyse durchgeführt wird. Im Anhang (s. Unterkapitel 11.2.2) befindet sich eine Vorlage, mit der die Ressourcen im Unternehmen systematisch identifiziert werden können. Durch die Anwendung der Ressourcenanalyse erhält man eine Auflistung der aktuell im Unternehmen befindlichen Ressourcen und kann so letztendlich das Bewertungskriterium Verfügbarkeit von Ressourcen beurteilen.

[103] Vgl. Steinmann/Schreyögg (2005), S. 207.

6.2.3 Kompetenzanalyse

Ähnlich der klassischen Ressourcenanalyse hat auch die Kompetenzanalyse ihren Ursprung im strategischen Management. Die Kompetenzanalyse ist eine Weiterentwicklung des ressourcenorientierten Ansatzes mit dem Ziel, die Kompetenzen, die im Unternehmen vorhanden sind, transparent zu machen.[104]

Bevor man sich dem Thema der Kompetenzanalyse widmet, ist es notwendig, zwischen Fähigkeiten und Kompetenzen klar abzugrenzen. Dazu wird sich in dieser Masterarbeit auf die Definition von *North* gestützt, der unter Fähigkeiten anwendungsbezogenes Wissen versteht, das zur Lösung von betrieblichen Problemstellungen eingesetzt werden kann. Kompetenzen hingegen resultieren aus Fähigkeiten. Nämlich dann, wenn sich das Wissen auch zur Lösung von konkreten betrieblichen Problemstellungen eignet und in Kombination mit Ressourcen angewandt wird. Wissen alleine reicht also noch nicht aus, um als Kompetenz zu gelten. Erst die Anwendung des Wissens an konkreten Problemstellungen macht aus einer Fähigkeit eine Kompetenz.[105]

Im strategischen Management ist es die Aufgabe der Kompetenzanalyse, Kompetenzen zu identifizieren und zu bewerten und so letztendlich Kernkompetenzen zu entdecken. Kernkompetenzen sind dabei einzelne oder eine Kombination aus mehreren Kompetenzen, die dem Unternehmen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil sichern können.[106] Die Kernkompetenz eines Unternehmens ist von der Konkurrenz nur schwer imitierbar, da sie meist ein umfassend abgestimmtes Bündel aus Kompetenzen und Ressourcen ist. Dies ist auch der Grund, wieso durch Kernkompetenzen dauerhafte Wettbewerbsvorteile erzielt werden können.[107]

Auch für die Beurteilung der internen Technologiebereitschaft spielen Fähigkeiten und Kompetenzen eine zentrale Rolle. Daher wird das Konzept der Kompetenzanalyse aus dem strategischen Management mit kleinen Abänderungen übernommen. Bei den Änderungen geht es hauptsächlich um den geänderten Betrachtungsgegenstand. Der Fokus der Kompetenzanalyse dieses Vorgehensmodells liegt in der Identifikation von Kompetenzen, unabhängig davon, ob sich dadurch ein Wettbewerbsvorteil ergibt oder nicht. Im Anschluss werden die identifizierten Kompetenzen aber dennoch nach Kernkompetenzen gefiltert, da eine Technologie einen erheblichen Einfluss auf eine Kernkompetenz haben kann und vice versa.

Zur Selektion, welche Kompetenzen auch Kernkompetenzen sind, empfiehlt sich das VRIO-Schema nach *Barney*, welches die Kompetenzen anhand folgender Kriterien analysiert:[108]

- Value: Erzeugt die Kompetenz bzw. deren Nutzung für den Kunden einen Wert, den er auch bereit ist zu zahlen?
- Rareness: Dieser Punkt beschäftigt sich mit der Einzigartigkeit von Kompetenzen und ob damit in weiterer Folge Differenzierungsvorteile gegenüber der Konkurrenz geschaffen werden können.

[104] Vgl. Dillerup/Stoi (2016), S. 285.

[105] Vgl. North (2016), S. 32.

[106] Vgl. Dillerup/Stoi (2016), S. 285.

[107] Vgl. Hinterhuber (2015), S. 133.

[108] Vgl. Barney (2011), S. 125 ff.

- Imitability: Kernkompetenzen dürfen durch Konkurrenten nicht oder nur zu hohen Kosten imitierbar sein.
- Organisation: Ist die Kompetenz in mehreren Unternehmensbereichen nutzbar bzw. lässt sich die Kompetenz auch auf andere Produkte und Problemlösungen übertragen?

Können alle vier Kriterien mit „Ja“ beantwortet werden, so ist die zu untersuchende Kompetenz auch eine Kernkompetenz des Unternehmens. Zur Selektion der Kernkompetenzen befindet sich im Anhang (s. Unterkapitel 11.2.3) eine Vorlage, welche es dem Anwender ermöglicht, auf Basis der Kompetenzen die Kernkompetenzen zu identifizieren.

Die Kompetenzanalyse, wie sie in diesem Vorgehensmodell anzuwenden ist, umfasst zwei Phasen:

1) In der ersten Phase gilt es, aus den Fähigkeiten und Ressourcen die Kompetenzen des Unternehmens abzuleiten. Da der Anwender des Vorgehensmodells meist nicht ausreichend Kenntnisse über die Fähigkeiten und Ressourcen mitbringt, empfiehlt es sich, mit den relevanten Personen, z.B. den Abteilungsleitern des Unternehmens, einen Workshop abzuhalten.
2) Die zweite Phase kümmert sich darum, aus den Kompetenzen jene herauszufinden, welche Kernkompetenzen sind.

Durch die Anwendung der Kompetenzanalyse ist der Anwender in der Lage, das Bewertungskriterium Kompetenzen zu bewerten. Die Kompetenzanalyse soll eine Vielzahl an Aspekten erfassen, aber dennoch sollte bei der Anwendung darauf geachtet werden, sich auf die wesentlichen Kompetenzen zu konzentrieren und so die richtige „Flughöhe“ zu finden.

6.2.4 Netzwerkanalyse

Bei der Netzwerkanalyse geht es darum herauszufinden, welches übergreifende Netzwerk das Unternehmen heute schon besitzt und wer von diesem Netzwerk potenziell unterstützend zur Verfügung steht. Nicht zu verwechseln ist diese Netzwerkanalyse mit einer sozialen Netzwerkanalyse, welche sich um die Beziehungen der Mitarbeiter innerhalb der Organisation kümmert. Das Ziel ist, potenzielle Unterstützer systematisch zu identifizieren.

Grundsätzlich gibt es keine Vorschrift, wie die Netzwerkanalyse auszusehen hat. Es empfiehlt sich aber der Übersicht halber, diese ähnlich einer Umfeldanalyse zu gestalten und dabei zu vermerken, wie der jeweilige Akteur unterstützend zur Verfügung stehen könnte (s. Abb. 24). Weiters gilt zu beachten, dass natürlich nicht das gesamte Unternehmensumfeld skizziert werden muss, sondern nur der Teil, der auch wirklich einen Beitrag leisten kann/könnte. Mögliche Beispiele für Akteure sind:

- Lieferanten
- Kunden
- Universitäten/Fachhochschulen
- Forschungseinrichtungen
- Dienstleister
- Cluster
- u. v. m.

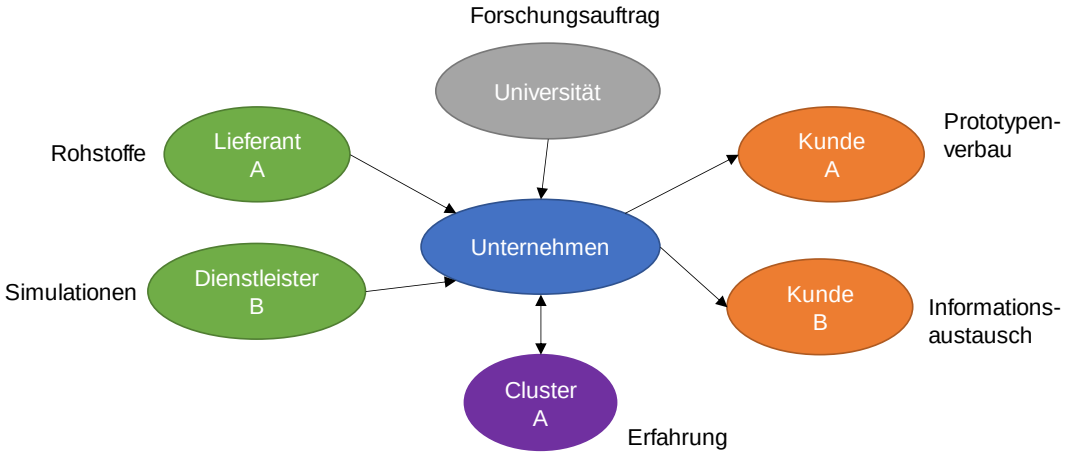


Abb. 24: Vorschlag Netzwerkanalyse, Quelle: Eigene Darstellung.

6.3 Kriterienliste Technologieattraktivität

Aus den in Unterkapitel 5.1 gefundenen Bewertungskriterien wurden jene ausgewählt, welche unter dem Begriff Technologieattraktivität subsumiert werden können, und in eine Kriterienliste übertragen. Da nicht jedes Bewertungskriterium dieselbe Wichtigkeit zur Beurteilung der Technologieattraktivität aufweist, müssen die Kriterien, z.B. mittels Paarweisen Vergleichs, gewichtet werden. Aufgrund der Tatsache, dass die Bewertung unternehmensspezifisch ist, wird an dieser Stelle bewusst keine Empfehlung zur Gewichtung gegeben. Auf Basis der durchgeführten Analyse aus der Säule der Technologieattraktivität bzw. durch Einschätzungen von Experten ist der Anwender in der Lage, die Bewertungskriterien mit den Werten 1, 5 oder 10 zu bewerten. Als Hilfestellung und zum besseren Verständnis wurde bei jedem Kriterium vermerkt, was eine Ausprägung von 1 bzw. 10 bedeuten könnte. Wurden alle Kriterien bewertet, lässt sich aus der Summe der gewichteten Bewertungen der Bewertungsfaktor Technologieattraktivität berechnen. In Tab. 12 befindet sich ein Auszug aus der Kriterienliste mit einer beispielhaften Gewichtung. Die vollständige Kriterienliste zur Bewertung der Technologieattraktivität befindet sich im Anhang (s. Unterkapitel 11.3) und kann als Vorlage verwendet werden. Zur einfachen Berechnung empfiehlt es sich, die Kriterienliste in z.B. Excel zu übertragen.

Bewertungskriterien für Technologieattraktivität	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie 10 … Sehr hohes Weiterentwicklungspotenzial (Schrittmachertechnologie) 5 … Mittleres Weiterentwicklungspotenzial (Schlüsseltechnologie) 1 … Kein Weiterentwicklungspotenzial gegeben (Basistechnologie)	Technologielebenszyklus-Analyse	10%	10
Leistungsfähigkeit der Technologie (im Vergleich zu alternativen Technologien) 10 … Sehr hohe Leistungsfähigkeit 1 … Geringe Leistungsfähigkeit	Technologielebenszyklus-Analyse	20%	5
Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie 10 … Die Technologie ist frei am Markt verfügbar 1 … Die Technologie ist geschützt	Patentrecherche	20%	10
		Bewertungsfaktor Technologieattraktivität	**4**

Tab. 12: Auszug aus der Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität, Quelle: Eigene Darstellung.

6.4 Kriterienliste interne Technologiebereitschaft

Die Kriterienliste der internen Technologiebereitschaft ist das Pendant zur Kriterienliste der Technologieattraktivität. Bei dieser Kriterienliste wurden jene Kriterien aus Unterkapitel 5.1 subsumiert, welche der internen Technologiebereitschaft zugeordnet werden können. Auch hier gilt es wieder, auf Basis einer qualitativen Einschätzung von Experten bzw. durch die Analysen aus der Säule der internen Technologieattraktivität eine Bewertung durchzuführen. Bevor die eigentliche Bewertung durchgeführt werden kann, sind die Bewertungskriterien entsprechend ihrer Wichtigkeit für die interne Technologiebereitschaft, mittels z.B. mittels Paarweisen Vergleichs, zu gewichten. Anschließend ist jedes Bewertungskriterium mit einem Wert von 1, 5 oder 10 zu bewerten und letztendlich die Summe der gewichteten Bewertungen als Bewertungsfaktor interne Technologiebereitschaft zu berechnen. In Tab. 13 befindet sich ein Auszug aus der Kriterienliste mit einer beispielhaften Gewichtung. Die vollständige Kriterienliste zur Bewertung der Technologieattraktivität befindet sich im Anhang (s. Unterkapitel 11.4) und kann als Vorlage verwendet werden. Der Einfachheit halber empfiehlt sich auch hier wieder die Verwendung eines rechnergestützten Programms.

Bewertungskriterien für interne Technologiebereitschaft	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien 10 … Verwandte Technologien werden bereits eingesetzt 1 … Komplett neue Technologie ohne Technologieverwandschaft	Qualitative Einschätzung durch Experten	10%	5
Strategiekonformität 10 … Technologie findet sich in Unternehmensstrategie wieder 1 … Technologie widerspricht der Unternehmensstrategie	Einschätzung durch Experten + Gartner Hype-Zyklus	10%	1
Anwendbarkeit in konkreten Produkten 10 … Die Technologie kann in heutigen Produkten verwendet werden 1 … Die Technologie kann in den nächsten 5 Jahren nicht verwendet werden	Qualitative Einschätzung durch Experten	20%	10
Bewertungsfaktor interne Technologiebereitschaft		**2,6**	

Tab. 13: Auszug aus der Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft, Quelle: Eigene Darstellung.

6.5 Technologieportfolio

Das Technologieportfolio dient dazu, das Ergebnis der Bewertung grafisch darzustellen und entsprechende Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Dazu werden auf der Abszisse die interne Technologiebereitschaft und auf der Ordinate die Technologieattraktivität aufgetragen (s. Abb. 25). Entsprechend den Bewertungsfaktoren aus 6.3 und 6.4 kann die Technologie einem Feld innerhalb des Portfolios zugeteilt werden. Das Portfolio, welches einer 9-Felder-Matrix entspricht, weist drei übergeordnete Handlungsempfehlungen auf:

1) „Go“

   Findet sich die Technologie in einem der drei „Go“-Felder wieder, so steht einer nachfolgenden intensiven marktorientierten bzw. wirtschaftlichen Betrachtung der Technologie nichts mehr im Wege. Die Technologie weist eine hohe Attraktivität auf, und das Unternehmen wäre auch in der Lage, mit der Technologie umgehen zu können. Aus technologischer Sicht wäre es zu empfehlen, die Technologie im Unternehmen zu adaptieren.

2) „No-Go“

Die „No-Go“-Felder sind die Gegenspieler der „Go“-Felder. Ist eine Technologie innerhalb eines dieser Felder einzuordnen, so ist entweder die Technologie zum heutigen Zeitpunkt nicht attraktiv und/oder das Unternehmen ist nicht bereit, die Technologie aus heutiger Sicht zu adaptieren. Eine aufwendige und zeitintensive nachfolgende wirtschaftliche Betrachtung wird an dieser Stelle nicht empfohlen.

3) „Selektieren“

Befindet sich die zu untersuchende Technologie in einem der drei „Selektieren“-Felder, so müssen Einzelfallentscheidungen getroffen werden, da hier keine pauschalen Empfehlungen gegeben werden können. An dieser Stelle können jedoch konkrete Vorschläge gegeben werden, was unternommen werden muss, um die Technologie in Richtung der „Go“-Felder zu bewegen. Technologien im Feld „I“ weisen zwar eine hohe Attraktivität auf, das Unternehmen besitzt aber nicht die nötigen Kompetenzen, damit auch umzugehen. Es wird empfohlen, zuerst entsprechende Ressourcen bzw. Know-how aufzubauen. Konträr dazu besitzt eine Technologie im Feld „III“ eine geringe Attraktivität, obwohl das Unternehmen in der Lage wäre, die Technologie zu beherrschen. Auch hier gilt es abzuwiegen, ob die Technologie noch attraktiver werden kann, ob sie ihr Hoch schon hatte oder ob sie dieses nie erreichen wird. Im Zweifelsfall wird an dieser Stelle für alle drei Felder geraten, eine weiterführende marktorientierte bzw. wirtschaftliche Betrachtung der Technologie durchzuführen, um eine gesamtheitliche Sichtweise zu erhalten und so das Entscheidungsniveau bzw. die Entscheidungsqualität weiter zu erhöhen.

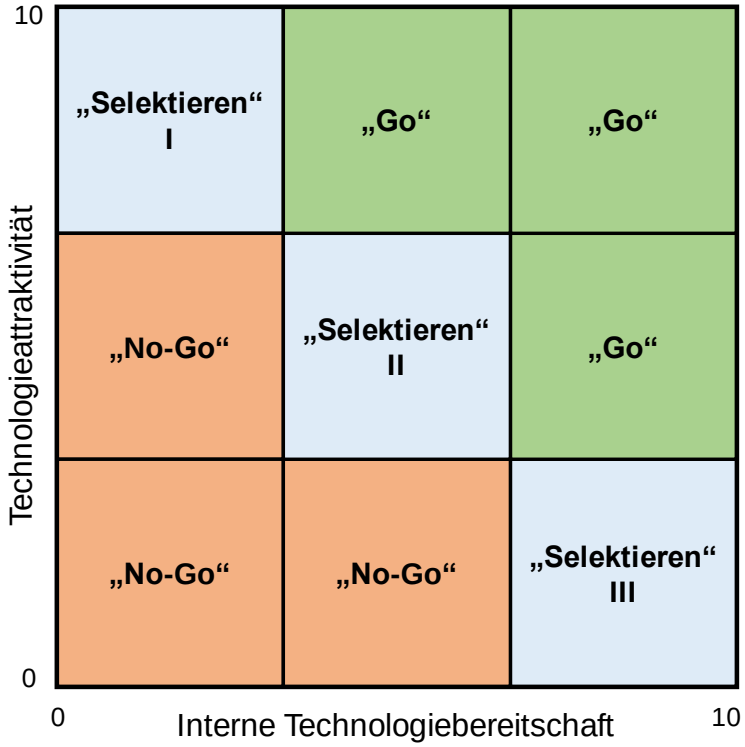


Abb. 25: Technologieportfolio, Quelle: Eigene Darstellung.

7 CONCLUSIO DES THEORIETEILS

Im Rahmen des Theorieteils der vorliegenden Masterarbeit wurde in den Kapiteln 1 bis 6 das Thema der Technologiebewertung theoretisch beleuchtet. Dazu wurden sowohl die nötigen Grundlagen als auch bereits bestehende Ansätze zur Technologiebewertung aus existierender Literatur untersucht und entsprechende Schlüsse gezogen. So wurden die bestehenden Ansätze zur Technologiebewertung hinsichtlich ihrer Eignung auf die Zielsetzung dieser Masterarbeit untersucht und entsprechende Defizite aufgezeigt. Auf Basis der geleisteten Vorarbeit konnte letztendlich ein Modell erstellt werden, das KMU aus der Automobilzulieferindustrie erlaubt, neue Technologien bezüglich ihrer aktuellen Attraktivität zu beurteilen. Das Vorgehensmodell zur Technologiebeurteilung baut dabei auf zwei Säulen auf. Zum einen auf die Säule der Technologieattraktivität, welche die unternehmensexterne Technologie-Perspektive widerspiegelt, und zum anderen die Säule der internen Technologiebereitschaft, welche die unternehmensinterne Technologie-Perspektive darstellt. Die Analysewerkzeuge innerhalb der Säulen wurden dabei so ausgewählt, dass Bewertungskriterien, die in der Literatur zum Bewerten von Technologien empfohlen werden, mit Werten von 1, 5 oder 10 bewertet werden können. Sowohl der Bewertungswert der Technologieattraktivität als auch der Bewertungswert der internen Technologiebereitschaft werden folgend in einem Technologieportfolio eingetragen. Aufgrund der Position innerhalb des Technologieportfolios können so dem Managementteam Handlungsempfehlungen vorgeschlagen werden. Zum besseren Verständnis des Vorgehensmodells und der darin befindlichen Werkzeuge wurden diese abschließend in einer Tiefe beschrieben, welche es auch „Nicht-Technologiemanagern“ erlaubt, sie zu verstehen und anzuwenden. Wenn möglich und notwendig, wurden für die einzelnen Werkzeuge auch Vorlagen erstellt, welche dem Anwender unterstützend im Anhang zur Verfügung stehen.

Das entwickelte Vorgehensmodell besitzt einen generischen Charakter. Dies hat zur Folge, dass das Vorgehensmodell, bevor es in einer Unternehmung praktisch eingesetzt werden kann, noch auf seine firmenspezifische Eignung untersucht werden muss. Für das Unternehmen bedeutet das eine anfängliche Prüfung der Werkzeuge und Bewertungskriterien hinsichtlich ihrer Eignung für die Unternehmung. Die Prüfung ist sowohl für Produkt- als auch für Prozesstechnologien durchzuführen. So ist es möglich, dass zwei verschiedene Vorgehensmodelle aus dem generischen Modell entstehen oder dieses einfach 1:1 übernommen wird. Den Unternehmen wird dadurch die Möglichkeit geboten, auf ihre Besonderheiten einzugehen und das Vorgehensmodell nach ihren Bedürfnissen zu gestalten. Abb. 26 zeigt die Transformierung eines generischen in ein unternehmensspezifisches Vorgehensmodell schematisch dargestellt.

Die zuvor beschriebene Transformation von generisch in spezifisch bildet zugleich mit einer Unternehmensbeschreibung der Firma VENTREX Automotive GmbH den Beginn des Praxisteils. In weiterer Folge wird das Vorgehensmodell für die Firma VENTREX Automotive GmbH konkret an jeweils einer Produkt- und einer Prozesstechnologie angewandt. Durch die Anwendung an zwei Technologien kann zum einen eine Handlungsempfehlung für die Unternehmung bezüglich des weiteren Umgangs mit den Technologien abgegeben und zum anderen die Praxistauglichkeit des Vorgehensmodells evaluiert werden.

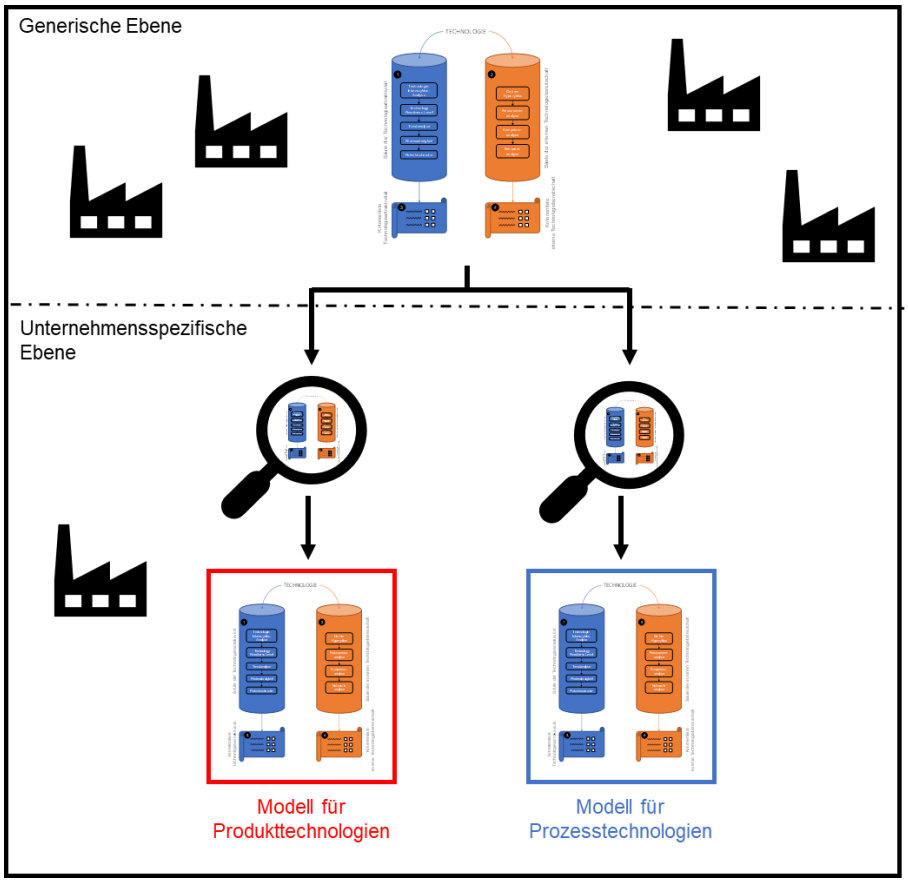


Abb. 26: Schematische Transformation vom generischen in ein spezifisches Vorgehensmodell, Quelle: Eigene Darstellung.

8 VORGEHENSMODELL DER FIRMA VENTREX AUTOMOTIVE GMBH

Die Firma VENTREX Automotive GmbH ist ein Zulieferer und strategischer Partner in der Automobilzulieferindustrie mit Sitz in Graz, Österreich. Die Produkte der Firma VENTREX Automotive GmbH werden weltweit in Kraftfahrzeugen und landwirtschaftlichen Geräten verbaut. Durch ihre stetigen Innovationen schafft es die Unternehmung, Fahrzeuge sicherer, effizienter, komfortabler und zu guter Letzt auch umweltschonender zu machen. Seit der Unternehmensgründung im Jahre 1949 hat sich das Unternehmen zu einem weltweit führenden Tier I- und Tier II- Lieferanten in der Automobilzulieferindustrie entwickelt.[109]

Das aktuelle Produktportfolio der Firma VENTREX Automotive GmbH umfasst folgende Produkte:[110]

- Komponenten für komprimiertes Erdgas (Compressed Natural Gas, CNG)
  - Elektronischer Druckregler
  - Tankventil
- Kompressoren für Reifenreparatursysteme
- Kompressoren für pneumatische Schwingsitze
- Klimaventile für automotive Klimaanlagen
- Kryogene Ventile

Ausgehend vom Produktionsstandort in Graz verschickt die Firma VENTREX Automotive GmbH den Großteil ihrer Produkte innerhalb von Europa. Die restlichen Exportanteile setzen sich aus dem asiatischen und nordamerikanischen Markt zusammen. Ein marginaler Teil der Produkte wird auch nach Afrika exportiert. Abb. 27 zeigt die Marktverteilung von VENTREX Automotive GmbH-Produkten im Jahr 2016.

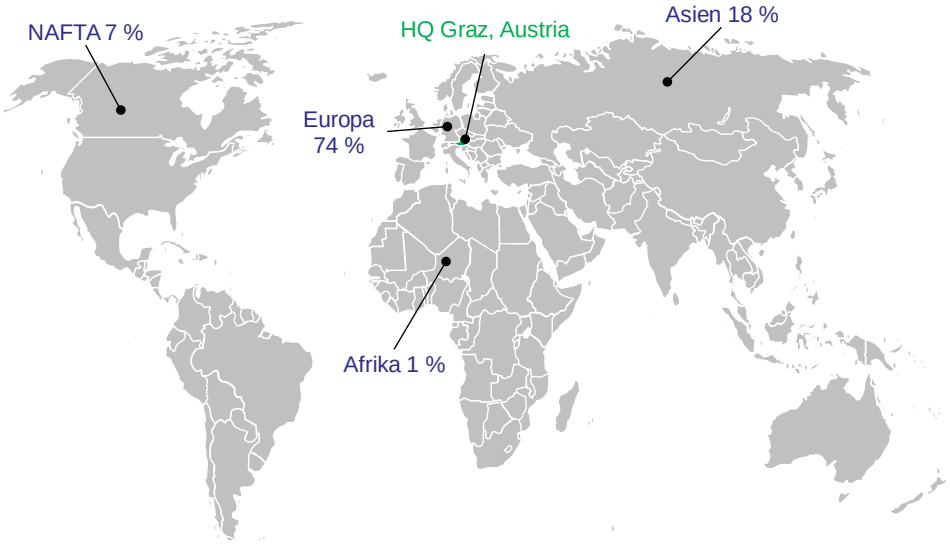


Abb. 27: Marktverteilung VENTREX Automotive GmbH-Produkte im Jahr 2016,
Quelle: VENTREX Automotive GmbH (Hrsg.) (o.J.c), Onlinequelle [04.11.2019] (leicht modifiziert).

[109] Vgl. VENTREX Automotive GmbH (Hrsg.) (o.J.a), Onlinequelle [04.11.2019].

[110] Vgl. VENTREX Automotive GmbH (Hrsg.) (o.J.b), Onlinequelle [04.11.2019].

Das in Abb. 17 dargestellte Vorgehensmodell besitzt einen generischen, also allgemeingültigen, Charakter. Will man dieses Vorgehensmodell in einem Unternehmen konkret anwenden, so ist zuallererst ein Screening notwendig, welches das Vorgehensmodell unter einer unternehmensspezifischen Brille betrachtet. Dadurch wird sichergestellt, dass sich letztendlich nur Werkzeuge im Vorgehensmodell befinden, welche für die Unternehmung auch wirklich von Relevanz sind. Somit wird einem unternehmensspezifischen Bezug des Vorgehensmodells Folge geleistet. In den folgenden Unterkapiteln wird für die Firma VENTREX Automotive GmbH jeweils ein firmenspezifisches Vorgehensmodell für Produkt- und Prozesstechnologien erarbeitet. Die Ausgangsbasis ist dabei das generische Vorgehensmodell aus Unterkapitel 5.2. Das Vorgehen zur Erarbeitung der spezifischen Vorgehensmodelle ist dabei bei beiden Modellen ident. Es wird jeweils mit den verantwortlichen Personen aus der Unternehmung eine Auswahl getroffen, welche Werkzeuge im VENTREX Automotive GmbH-spezifischen Vorgehensmodell verbleiben und welche aufgrund der unternehmensspezifischen Gegebenheiten entfernt werden. Neben einer Sondierung der Werkzeuge werden auch die Bewertungskriterien entsprechend gewichtet und festgelegt, wann ein Bewertungskriterium mit 1, 5 bzw. 10 bewertet werden soll.

8.1 Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Produkttechnologien

Das Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Produkttechnologien wurde in einem Workshop (s. Unterkapitel 11.5.1) erarbeitet, an dem alle relevanten Personen aus den jeweiligen Abteilungen teilnahmen. Das Ergebnis des Workshops ist in Abb. 28 grafisch dargestellt und stellt zugleich auch das unternehmensspezifische Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Bewertung von Produkttechnologien dar. Die Firma VENTREX Automotive GmbH erachtete alle Werkzeuge aus dem generischen Vorgehensmodell aus Abb. 17 für relevant und möchte deshalb auch alle zur Technologiebeurteilung anwenden.

Da somit feststeht, welche Werkzeuge zur Beurteilung von Produkttechnologien für die Firma VENTREX Automotive GmbH von Relevanz sind, kann im nächsten Schritt eine Gewichtung der Bewertungskriterien aus den Modulen 3 und 4 durchgeführt werden. Dazu wurde wiederum ein Workshop (s. Unterkapitel 11.5.2) mit den verantwortlichen Personen der Unternehmung durchgeführt. Als Hilfsmittel wurde zur Erarbeitung der Gewichtung ein Paarweiser Vergleich angewandt. Die gewichteten Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität und die interne Technologiebereitschaft befinden sich in Tab. 14 bzw. Tab. 15.

Abschließend wurde mit dem Abteilungsleiter der Produktentwicklung noch vereinbart, was eine Bewertung von 1, 5 bzw. 10 des jeweiligen Bewertungskriteriums bedeutet. Durch diese Quantifizierung soll in erster Linie Klarheit über die Bewertung geschaffen werden. Somit ist allen Personen klar, warum ein Kriterium mit der entsprechenden Kennzahl bewertet werden muss. Die Ergebnisse sind in Tab. 16 bzw. Tab. 17 zusammengefasst.

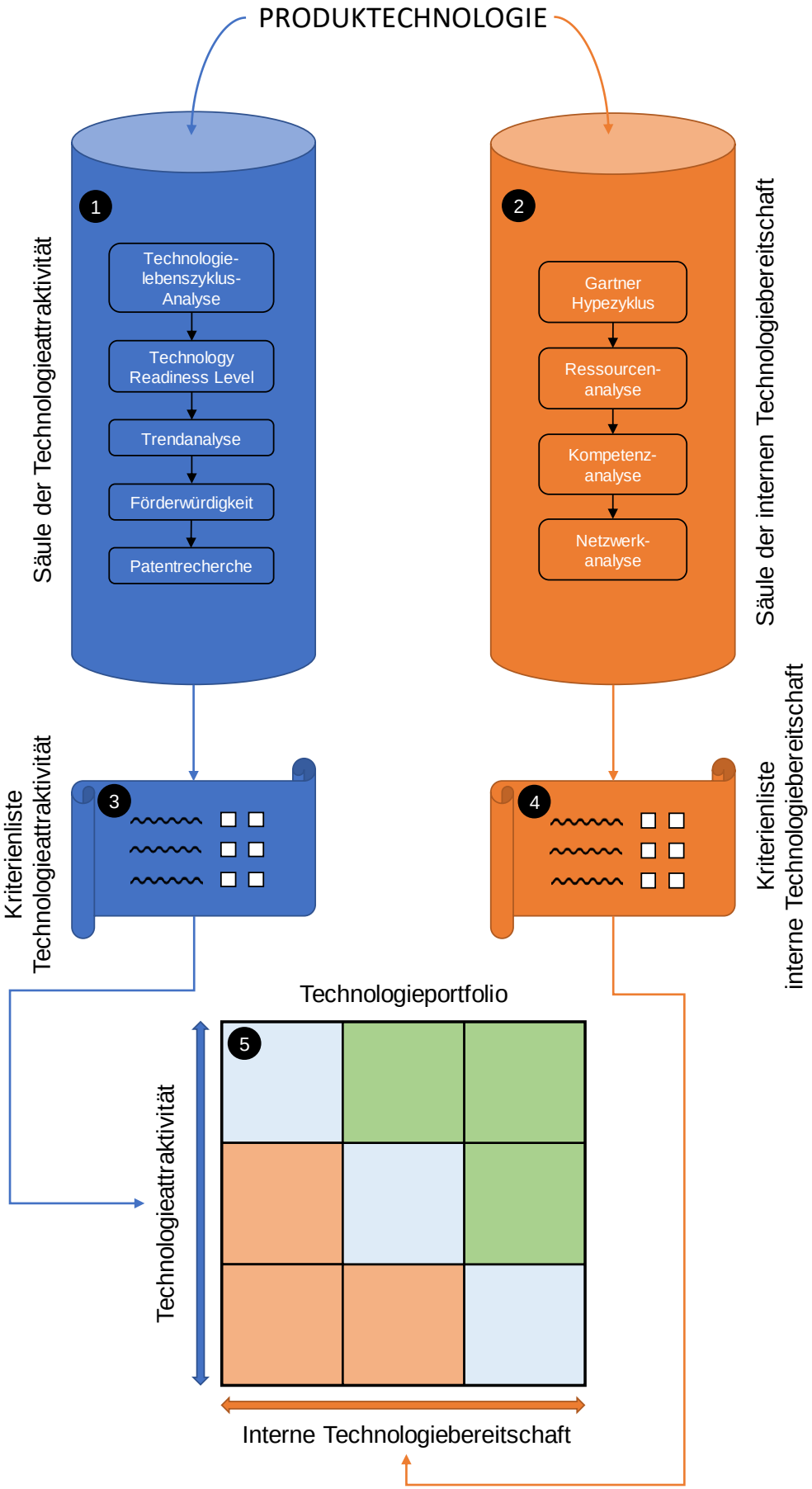


Abb. 28: Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Produkttechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Paarweiser Vergleich der Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität (0 bedeutet Zeile ist wichtiger als Spalte)	Weiterentwicklungspotenzial der Technologie	Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien	Reifegrad der Technologie	Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie	Förderwürdigkeit der Technologie	Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends	**Gewichtung [%]**
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie		0	1	0	0	0	**23,81%**
Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien	1		1	0	0	0	**19,05%**
Reifegrad der Technologie	0	0		0	0	0	**28,57%**
Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie	1	1	1		0	1	**9,52%**
Förderwürdigkeit der Technologie	1	1	1	1		1	**4,76%**
Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends	1	1	1	0	0		**14,29%**

Tab. 14: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der Technologieattraktivität von Produkttechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Paarweiser Vergleich der Bewertungskriterien für die interne Technologiebereitschaft (0 bedeutet Zeile ist wichtiger als Spalte)	Strategiekonform	Kompetenzen	Anwendbarkeit in konkreten Produkten	Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien	Verfügbarkeit von Ressourcen	Möglichkeit, Kooperationen einzugehen	**Gewichtung [%]**
Strategiekonform		0	0	0	0	0	**28,57%**
Kompetenzen	1		1	1	0	0	**14,29%**
Anwendbarkeit in konkreten Produkten	1	0		0	0	0	**23,81%**
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien	1	0	1		0	0	**19,05%**
Verfügbarkeit von Ressourcen	1	1	1	1		1	**4,76%**
Möglichkeit, Kooperationen einzugehen	1	1	1	1	0		**9,52%**

Tab. 15: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft von Produkttechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Bewertungskriterium	Ausprägung	Quantifizierung
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie	Sehr hohes Weiterentwicklungspotenzial (Schrittmachertechnologie)	10
	Mittleres Weiterentwicklungspotenzial (Schlüsseltechnologie)	5
	Geringes Weiterentwicklungspotenzial gegeben (Basistechnologie)	1
Leistungsfähigkeit der Technologie	Sehr hohe Leistungsfähigkeit	10
	Mittlere Leistungsfähigkeit	5
	Geringe Leistungsfähigkeit	1
Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie	Die Technologie ist frei am Markt verfügbar	10
	Die Technologie ist geschützt, kann aber über Lizenzen bezogen werden	5
	Die Technologie ist geschützt und kann nicht erworben werden	1
Reifegrad der Technologie	TRL: 5, 6	10
	TRL: 4, 7	5
	TRL: 1, 2, 3, 8, 9	1
Förderwürdigkeit der Technologie	Die Technologie lässt sich zu einem großen Teil fördern	10
	Die Technologie kann gefördert werden	5
	Die Technologie lässt sich nicht fördern	1
Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends?	Die Technologie unterstützt bei der Bearbeitung von vielen unternehmensrelevanten Technologietrends (Trendsumme ≥ 20)	10
	Die Technologie unterstützt bei der Bearbeitung von mehreren unternehmensrelevanten Technologietrends (5 < Trendsumme < 20)	5
	Die Technologie unterstützt nicht/wenig bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Technologietrends (0 ≥ Trendsumme ≤ 5)	1

Tab. 16: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität einer Produkttechnologie, Quelle: Eigene Darstellung.

Bewertungskriterium	Ausprägung	Quantifizierung
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien	Verwandte Technologien werden bereits in Serie eingesetzt	10
	Es existiert Erfahrung mit verwandten Technologien	5
	Komplett neue Technologie ohne Technologieverwandschaft	1
Strategiekonformität	Die Technologie findet sich in der Unternehmensstrategie wieder	10
	Die Technologie passt zur Unternehmensstrategie	5
	Die Technologie widerspricht der Unternehmensstrategie	1
Anwendbarkeit in konkreten Produkten	Die Technologie kann in heutigen Produkten verwendet werden	10
	Die Technologie kann erst in den nächsten 5 Jahren konkret in Produkten verwendet werden	5
	Die Technologie kann erst in den nächsten 10 Jahren konkret in Produkten verwendet werden	1
Kompetenzen	Ausreichende Kompetenzen zur Technologiebeherrschung vorhanden	10
	Kompetenzen sind ansatzweise vorhanden	5
	Keine Kompetenzen vorhanden	1
Verfügbarkeit von Ressourcen	Ausreichend Ressourcen zur Technologiebeherrschung vorhanden	10
	Ressourcen vorhanden, aber nicht verfügbar	5
	Keine ausreichenden Ressourcen verfügbar – sie müssen erst aufgebaut werden	1
Möglichkeit, Kooperationen einzugehen	Kooperationen bestehen bereits heute bzw. werden nicht benötigt	10
	Kooperationen können einfach eingegangen werden	5
	Keine Möglichkeit, Kooperationen einzugehen	1

Tab. 17: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die interne Technologiebereitschaft einer Produkttechnologie, Quelle: Eigene Darstellung.

Aufgrund der durchgeführten Workshops konnte ein VENTREX Automotive GmbH-spezifisches Vorgehensmodell entwickelt werden. Zur Beurteilung von Produkttechnologien will das Unternehmen alle Werkzeuge aus dem generischen Vorgehensmodell anwenden. Dementsprechend wurde auch eine Gewichtung aller Bewertungskriterien durchgeführt. Die drei wichtigsten Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität sind der Reifegrad der Technologie mit 28,57 %, das Weiterentwicklungspotenzial der Technologie mit 23,81 % und die Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien mit 19,05 %. Bei der internen Technologiebereitschaft sind die drei wichtigsten Bewertungskriterien die Strategiekonformität mit 28,57 %, die Anwendbarkeit in konkreten Produkten mit 23,81 % und der Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien mit 19,05 %.

Im nächsten Schritt wird das bisherige Vorgehen erneut unter dem Aspekt der Beurteilung von Prozesstechnologien durchgeführt. Auch hier soll das Ergebnis ein VENTREX Automotive GmbH-spezifisches Vorgehensmodell sein, welches die unternehmensspezifischen Gegebenheiten berücksichtigt.

8.2 Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Prozesstechnologien

Ähnlich der Vorgehensweise bei der Erarbeitung des Vorgehensmodells für Produkttechnologien wurde auch beim Vorgehensmodell für Prozesstechnologien wieder ein Workshop (s. Unterkapitel 11.5.3) mit den relevanten Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH durchgeführt. Das Ergebnis des Workshops ist in Abb. 29 grafisch dargestellt und entspricht dem unternehmensspezifischen Vorgehensmodell zur Beurteilung von Prozesstechnologien. Während des Workshops hat sich herausgestellt, dass die Firma VENTREX Automotive GmbH nicht alle Werkzeuge aus dem generischen Vorgehensmodell als relevant für die Beurteilung von Prozesstechnogien ansieht. Die Unternehmung reduziert sowohl innerhalb der Säule der Technologieattraktivität als auch in der Säule der internen Technologiebereitschaft. So spielen folgende Werkzeuge keine Rolle im unternehmensspezifischen Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Prozesstechnologien:

- Trendanalyse
  Die Firma VENTREX Automotive GmbH erachtet es als nicht notwendig, Prozesstechnologien hinsichtlich der aktuellen Technologietrends zu untersuchen. Die Entscheidung, ob eine Prozesstechnologie letztendlich in der Unternehmung eingeführt bzw. verwendet werden soll, hängt für die Firma VENTREX Automotive GmbH nicht von Trends ab.
- Förderwürdigkeit
  Wird eine Prozesstechnologie zur Herstellung eines Produkts unabdingbar benötigt, so spielen eventuelle Fördermöglichkeiten keine Rolle. Eine Untersuchung der Prozesstechnologie auf ihre Förderwürdigkeit wird also nicht benötigt.
- Patentrecherche
  Die Patentrecherche spielt für die Firma VENTREX Automotive GmbH keine Rolle. Sollte eine Prozesstechnologie tatsächlich schutzrechtlich geschützt sein, für die Produktion eines Produkts aber benötigt werden, so muss diese, wenn möglich, ohnehin über Lizensierung erworben werden.

- Netzwerkanalyse
  Eine Analyse des bestehenden Unternehmensnetzwerks wird vom Produktionsleiter der Firma VENTREX Automotive GmbH als nicht notwendig erachtet, wenn es darum geht, neue Prozesstechnologien zu beurteilen. Sollte eine Prozesstechnologie für die Produktion benötigt werden, so ist diese unabhängig vom Netzwerk zu beschaffen.

Im nächsten Schritt wurden für die verbleibenden Werkzeuge die jeweiligen Bewertungskriterien aus den Modulen 3 und 4 gewichtet. Auch hier wurde wieder mit Hilfe eines Paarweisen Vergleichs (s. Unterkapitel 11.5.4) gearbeitet. Bewertungskriterien, die durch die Werkzeuge Trendanalyse, Förderwürdigkeit, Patentrecherche und Netzwerkanalyse bewertet werden können, wurden bei der Gewichtung bewusst weggelassen. Werden die Werkzeuge nicht angewandt, ist natürlich auch eine Bewertung des Kriteriums hinfällig. Die gewichteten Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität und interne Technologiebereitschaft befinden sich in Tab. 18 bzw. Tab. 19.

Bei der Quantifizierung der Bewertungskriterien wurde festgelegt, diese, bis auf das Bewertungskriterium Reifegrad der Technologie, gleich der Produkttechnologie zu gestalten. Der Vollständigkeit halber werden aber dennoch in Tab. 20 bzw. Tab. 21 die Ausprägungen der Bewertungskriterien mit ihren entsprechenden Quantifizierungen dargestellt.

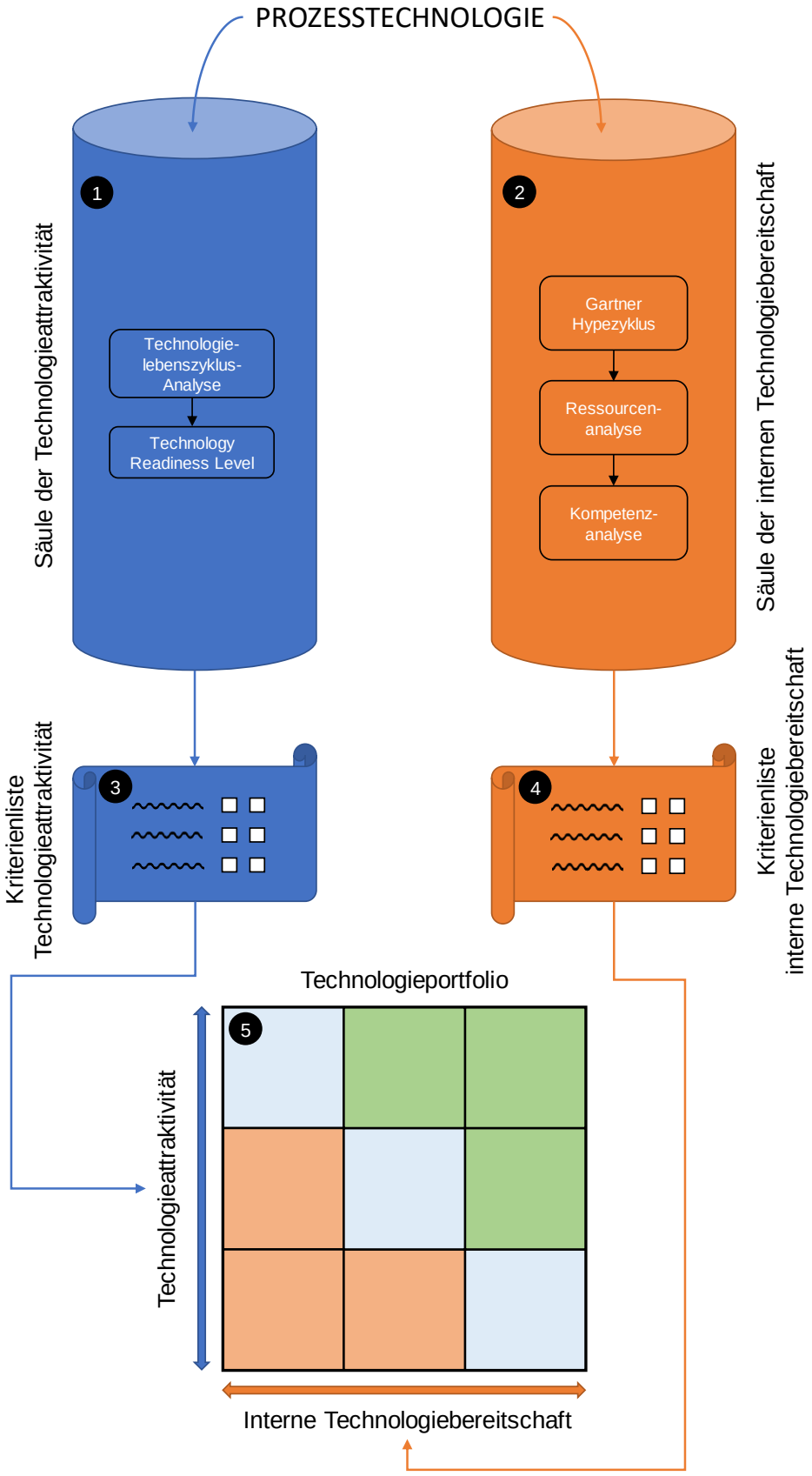


Abb. 29: Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH
zur Beurteilung von Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Paarweiser Vergleich der Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität (0 bedeutet Zeile ist wichtiger als Spalte)	Weiterentwicklungspotenzial der Technologie	Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien	Reifegrad der Technologie	**Gewichtung [%]**
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie		0	1	**33,33%**
Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien	1		1	**16,67%**
Reifegrad der Technologie	0	0		**50,00%**

Tab. 18: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der Technologieattraktivität von Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Paarweiser Vergleich der Bewertungskriterien für die interne Technologiebereitschaft (0 bedeutet Zeile ist wichtiger als Spalte)	Strategiekonform	Kompetenzen	Anwendbarkeit in konkreten Produkten	Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien	Verfügbarkeit von Ressourcen	**Gewichtung [%]**
Strategiekonform		0	0	0	0	**33,33%**
Kompetenzen	1		1	1	0	**13,33%**
Anwendbarkeit in konkreten Produkten	1	0		0	0	**26,67%**
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien	1	0	1		0	**20,00%**
Verfügbarkeit von Ressourcen	1	1	1	1		**6,67%**

Tab. 19: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft von Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Bewertungskriterium	Ausprägung	Quantifizierung
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie	Sehr hohes Weiterentwicklungspotenzial (Schrittmachertechnologie)	10
	Mittleres Weiterentwicklungspotenzial (Schlüsseltechnologie)	5
	Kein Weiterentwicklungspotenzial gegeben (Basistechnologie)	1
Leistungsfähigkeit der Technologie	Sehr hohe Leistungsfähigkeit	10
	Mittlere Leistungsfähigkeit	5
	Geringe Leistungsfähigkeit	1
Reifegrad der Technologie	7 ≤ TRL ≤ 9	10
	4 ≤ TRL ≤ 6	5
	1 ≤ TRL ≤ 3	1

Tab. 20: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität einer Prozesstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung.

Bewertungskriterium	Ausprägung	Quantifizierung
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien	Verwandte Technologien werden bereits in Serie eingesetzt	10
	Es existiert Erfahrung mit verwandten Technologien	5
	Komplett neue Technologie ohne Technologieverwandschaft	1
Strategiekonformität	Die Technologie findet sich in der Unternehmensstrategie wieder	10
	Die Technologie passt zur Unternehmensstrategie	5
	Die Technologie widerspricht der Unternehmensstrategie	1
Anwendbarkeit in konkreten Produkten	Die Technologie kann in heutigen Produkten verwendet werden	10
	Die Technologie kann erst in den nächsten 5 Jahren konkret in Produkten verwendet werden	5

	Die Technologie kann erst in den nächsten 10 Jahren konkret in Produkten verwendet werden	1
Kompetenzen	Ausreichende Kompetenzen zur Technologiebeherrschung vorhanden	10
	Kompetenzen sind ansatzweise vorhanden	5
	Keine Kompetenzen vorhanden	1
Verfügbarkeit von Ressourcen	Ausreichend Ressourcen zur Technologiebeherrschung vorhanden	10
	Ressourcen vorhanden, aber nicht verfügbar	5
	Keine ausreichenden Ressourcen verfügbar – sie müssen erst aufgebaut werden	1

Tab. 21: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die interne Technologiebereitschaft einer Prozesstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung.

Aufgrund der durchgeführten Arbeit konnte aus dem generischen Vorgehensmodell ein VENTREX Automotive GmbH-spezifisches Vorgehensmodell zur Beurteilung von Prozesstechnologien abgeleitet werden. Auf Basis der sich im Vorgehensmodell befindlichen Werkzeuge wurde mithilfe eines Paarweisen Vergleichs eine Gewichtung der benötigten Bewertungskriterien durchgeführt. Die Technologieattraktivität wird nur mehr durch drei Bewertungskriterien bestimmt, wobei der Reifegrad der Technologie eine Gewichtung von 50 %, das Weiterentwicklungspotential der Technologie eine Gewichtung von 33,33 % und die Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien eine Gewichtung von 16,67 % aufweist. Hingegen sind bei der internen Technologiebereitschaft die drei wichtigsten Bewertungskriterien die Strategiekonformität mit 33,33 %, die Anwendbarkeit in konkreten Produkten mit 26,67 % und der Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien mit 20 %.

Da nun sowohl das unternehmensspezifische Vorgehensmodell für Produkt- als auch für Prozesstechnologien festgelegt ist, kann im nächsten Schritt mit der konkreten Anwendung und Verifikation der Modelle gestartet werden.

9 ANWENDUNG DES VORGEHENSMODELLS IN DER FIRMA VENTREX AUTOMOTIVE GMBH

Inhalt dieses Kapitels ist die konkrete Anwendung und Verifikation der zuvor für die Firma VENTREX Automotive GmbH entwickelten Vorgehensmodelle. Dazu soll jeweils eine Produkt- und eine Prozesstechnologie hinsichtlich ihrer aktuellen Attraktivität für die Unternehmung untersucht und beurteilt werden. Ziel ist es, durch die Anwendung der jeweiligen Werkzeuge aus den Vorgehensmodellen eine Aussage treffen zu können, ob die untersuchten Technologien aus heutiger Sicht von technologischer Relevanz für das Unternehmen sind oder nicht. Sollte sich herausstellen, dass eine Technologie innerhalb des Technologieportfolios in einem der „No-Go“- bzw. „Selektieren“-Felder anzuordnen ist, so wird auch aufgedeckt, wo die Technologie bzw. die Unternehmung Defizite aufweist und was sich ändern müsste, um die Technologie als attraktiv einstufen und sie so letztendlich in eines der „Go“-Felder vorrücken zu können. Die Firma VENTREX Automotive GmbH bekommt also eine Handlungsempfehlung, wie sie mit der zu untersuchenden Technologie weiter vorgehen sollte. Ebenso ergibt sich durch die Anwendung der Vorgehensmodelle die Möglichkeit, die darin befindlichen Werkzeuge und das Vorgehen zu reflektieren und somit beurteilen zu können, ob das entwickelte Vorgehensmodell aus dem Theorieteil für den Praxiseinsatz in der Firma VENTREX Automotive GmbH geeignet ist oder nicht.

Die Firma VENTREX Automotive GmbH hat sich dafür entschieden, als Produkttechnologie die Wasserstoffversorgungstechnologie einer Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle (Proton Exchange Membrane-Brennstoffzelle, PEM-Brennstoffzelle) zu untersuchen. Der Grund dafür ist, dass das System grundsätzlich dem Aufbau in einem erdgasbetriebenen Fahrzeug ähnelt und die Unternehmung in dieser Sparte bereits mehrere Produkte in ihrem Portfolio aufweist. Hier bestehen also Synergien zu bereits existierenden Produkten. Von besonderem Interesse für das Managementteam ist an dieser Stelle der aktuelle Stand der Technologie und ob die Unternehmung in der Lage wäre, die Technologie entsprechend bedienen zu können.

Als Prozesstechnologie soll die Technologie Kunststoff-Drehen beleuchtet werden. Viele bereits in Serie befindliche Bauteile bestehen aus Kunststoff und werden aktuell über verschiedenste Lieferanten bezogen. Ebenso besteht gerade in der Produktentwicklung ein großer Bedarf an kunststoffgedrehten Bauteilen für Prototypen. Diese müssen aktuell ebenso über Lieferanten bezogen werden, was zum einen teilweise kostenintensiv, aber vor allem aufgrund der langen Lieferzeiten zeitintensiv ist. Holt sich die Firma nun die Technologie Kunststoff-Drehen ins Haus, könnte sie sowohl monetäre Ersparnisse erzielen als auch, was als noch wichtiger innerhalb des Unternehmens angesehen wird, flexibler und dadurch effizienter in der Produktentwicklung werden.

In den Unterkapiteln 9.1 und 9.2 werden die beiden Technologien entsprechend aufgearbeitet und durch die entwickelten Vorgehensmodelle aus Unterkapitel 8.1 bzw. 8.2 geschleust. Zur Anwendung und Durchführung der Werkzeuge wird auf die relevanten Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH zurückgegriffen. Die entsprechenden Settings für die durchgeführten Workshops werden separat im Anhang unter Unterkapitel 11.5 ausgewiesen.

9.1 Anwendung des Vorgehensmodells an der Produkttechnologie Wasserstoffversorgungstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle

Spricht man heutzutage von Wasserstoff als Antriebstechnologie, so entsteht bei den meisten Menschen das Bild einer Brennstoffzelle als Black Box, in die Wasserstoff hinein und elektrischer Strom am anderen Ende wieder herauskommt. Unumstritten ist, dass die Brennstoffzelle das eigentliche Herzstück dieser Antriebstechnologie ist. Jedoch benötigt es für einen reibungslosen und vor allem effizienten Betrieb eines Wasserstofffahrzeugs aber natürlich noch weitere Komponenten und infolgedessen auch weitere Technologien. So werden beispielsweise Systeme zur Brennstoff- und Luftversorgung benötigt, aber auch Systeme zur Kühlung, Spannungswandlung und letztendlich Steuerung des Gesamtsystems.[111]

Aufgrund der Synergien zu bereits existierenden Produkten möchte die Firma VENTREX Automotive GmbH die Wasserstoffversorgungstechnologie mithilfe des Vorgehensmodells für Produkttechnologien beurteilen und so eine Aussage treffen, ob es sich aus technologischer Sicht lohnt, diese Technologie einer nachfolgenden wirtschaftlichen Betrachtung zu unterziehen. Bevor die Produkttechnologie in das Vorgehensmodell eingeschleust und untersucht wird, wird kurz umrissen, was in dieser Masterarbeit unter dem Begriff Wasserstoffversorgungstechnologie verstanden wird.

Die Hauptaufgabe bzw. -funktion des Wasserstoffversorgungsmoduls besteht darin, den Wasserstoff aus dem Tank der Brennstoffzelle zuzuführen und dabei den Druck zu reduzieren.[112] Das Druckniveau, welches im Tank zwischen 350 bar und 700 bar beträgt, muss dabei aber sehr stark reduziert werden. Der Eingangsdruck bei heutigen Brennstoffzellensystemen liegt bei mehreren 100 mbar, also einem Bruchteil des Tankdrucks. Verantwortlich für die benötigte Druckreduktion ist die 100 µm dicke PE-Membrane, welche nur einem Differenzdruck von ca. 1 bar standhält. Realisiert wird dies heutzutage meist über mehrere mechanische Druckminderer. Weiters befinden sich im System der Wasserstoffversorgung zusätzliche Ventile, welche Sicherheitsfunktionen abbilden bzw. im Wartungsfall benötigt werden. Auf der Ausgangsseite der Brennstoffzelle befindet sich noch ein Purgeventil, welches zyklisch und sehr kurz geöffnet wird, um Restgase des Anodenraums zu entlüften. Ausgereiftere Systeme weisen zusätzlich eine Rezirkulation des Wasserstoffs auf. Dabei wird der nichtverbrannte Wasserstoff wieder in die Wasserstoffzufuhr rückgeführt.[113]

Die betrachtete Produkttechnologie innerhalb dieser Masterarbeit bezieht sich also auf ein Subsystem der Antriebstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle. Folgend werden nun alle Module des Vorgehensmodells aus Abb. 28 angewandt, um abschießend eine Einteilung der Produkttechnologie innerhalb des Technologieportfolios vornehmen zu können und so eine konkrete Handlungsempfehlung über den weiteren Umgang mit der Wasserstoffversorgungtechnologie abzugeben. Für die Anwendung des Vorgehensmodells kann dabei auf alle relevanten Personen innerhalb der Firma VENTREX Automotive GmbH zugegriffen werden.

---

[111] Vgl. Lehmann/Luschtinetz (2014), S. 37 f.

[112] Vgl. Mohrdieck u.a. (2014), S. 81.

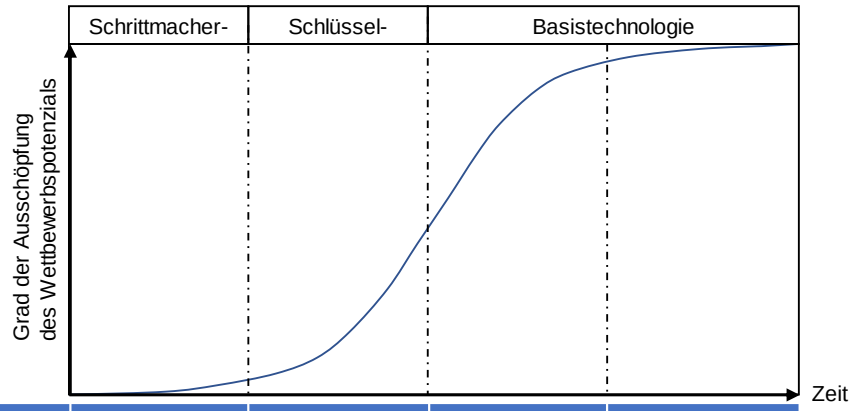
[113] Vgl. Lehmann/Luschtinetz (2014), S. 38 f.

9.1.1 Technologielebenszyklus-Analyse

Um die Technologielebenszyklus-Analyse durchführen zu können, wird zuerst eine Einteilung der Wasserstoffversorgungtechnologie entlang des Technologielebenszyklusverlaufs nach Arthur D. Little durchgeführt. Im nächsten Schritt wird die Produkttechnologie bezüglich ihrer aktuellen Leistungsfähigkeit in Relation zu alternativen Versorgungssystemen gesetzt. Abschließend sind die Ergebnisse in Abb. 20 zu übertragen, was zugleich eine Bewertung der Bewertungskriterien Weiterentwicklungspotenzial der Technologie und Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien ermöglicht. Zur Durchführung des oben angeführten Vorgehens wurde in der Firma VENTREX Automotive GmbH ein Workshop (s. Unterkapitel 11.5.5) mit den relevanten Personen durchgeführt.

Zur Einstufung der Wasserstoffversorgungtechnologie entlang des Technologielebenszyklusverlaufs nach Arthur D. Little wurde die Vorlage aus Unterkapitel 11.1.1 verwendet. Die darin befindlichen Indikatoren wurden diskutiert und, sofern es dem Workshop-Teilnehmern möglich war, wurde eine Entscheidung getroffen, welche Ausprägungen am besten den aktuellen Stand der Produkttechnologie widerspiegeln. Das Ergebnis ist in Abb. 30 grafisch dargestellt. Zur besseren Nachvollziehbarkeit, wieso die Einstufungen so getroffen wurden, wird kurz der Gedankengang hinter den Entscheidungen erläutert. Die Unsicherheit über die technische Leistungsfähigkeit der Wasserstoffversorgungstechnologie wird als niedrig bzw. gering eingestuft, weil grundsätzlich bekannt ist, was die Produkttechnologie leisten muss bzw. kann. Die Investitionen in die Entwicklung der Wasserstoffversorgungstechnologie werden als überschaubar bewertet, da hier großteils bereits existierende Produkte verwendet werden können. Dies geht einher mit dem Typ der Entwicklungsanforderung. Unternehmen, welche bereits in einem ähnlichen Geschäftsfeld tätig sind, können evtl. durch Produktanpassungen auch in dieser Branche Fuß fassen. Mit den potenziellen Einsatzgebieten wie z.B. dem Einsatz in Bussen, Zügen, Lastkraftwagen, Flugzeugen, aber auch Schiffen wird die Breite als tendenziell groß eingeschätzt. Als Zugangsbarrieren sieht die Firma VENTREX Automotive GmbH vor allem das verfügbare Know-how, besonders im Bereich der Dichtungen. Aufgrund der bereits in Serie befindlichen Wasserstofffahrzeuge ist die Verfügbarkeit der Wasserstoffversorgungstechnologie auf alle Fälle gegeben und nur abhängig vom jeweiligen Marktsegment.

Obwohl während des Workshops immer wieder Diskussionen auftraten, ob denn nicht die Ausprägungen einer Schlüsseltechnologie passender wären, wurde fast immer für die Ausprägungen einer Basistechnologie entschieden. Der Grund dafür liegt vor allem in der Relation, in die die Wasserstoffversorgungstechnologie gesetzt wurde. Verglichen mit der Brennstoffzellentechnologie, die sowohl von der breiten Masse als auch von der Firma VENTREX Automotive GmbH als Schlüsseltechnologie eingestuft wird, ist die Wasserstoffversorgungstechnologie definitiv als fortgeschrittener und ausgereifter einzustufen. Summa summarum stuft die Unternehmung die untersuchte Produkttechnologie, wenn auch knapp an der Grenze zur Schlüsseltechnologie, als Basistechnologie ein.



Indikator	Entstehung	Wachstum	Reife	Alter
Unsicherheit über technische Leistungsfähigkeit	hoch	mittel	**niedrig**	sehr niedrig
Investitionen in Technologie-entwicklung	niedrig	maximal	**niedrig**	vernachlässig-bar
Breite der potenziellen Einsatzgebiete	unbekannt	**groß**	etabliert	abnehmend
Typ der Entwicklungs-anforderung	wissen-schaftlich	anwendungs-orientiert	**anwendungs-orientiert**	kostenorientiert
Zugangsbarrieren	wissen-schaftliche Fähigkeiten	Personal	Lizenzen	**Know-how**
Verfügbarkeit	sehr beschränkt	Re-strukturierung	**markt-orientiert**	hoch

Abb. 30: Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little für die Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

Nachdem die Wasserstoffversorgungstechnologie entlang des Technologielebenszyklusverlaufs nach Arthur D. Little eingeteilt wurde, folgt im nächsten Schritt die Einschätzung der Leistungsfähigkeit der Produkttechnologie im Vergleich zu alternativen Versorgungstechnologien eines Personenkraftwagens. Um eine Aussage über die Leistungsfähigkeit der Wasserstofftechnologie zu erhalten, wird diese in Relation zur Versorgungstechnologie eines Diesel- und Ottomotors gesetzt.

Während des Workshops wurde sehr pragmatisch vorgegangen und sich zuerst die Frage gestellt, wieviel Leistungsfähigkeit noch in der Versorgungstechnologie eines Diesel- bzw. Ottomotors steckt und mit wieviel F&E-Aufwand diese Leistungsfähigkeit noch erhöht werden könnte. Ebenso wurde das Interesse der OEM's an einer Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit der beiden Versorgungstechnologien hinterfragt. Sowohl vonseiten der Produktentwicklung als auch des Business Development der Firma VENTREX Automotive GmbH wurde einstimmig beschlossen, dass die Leistungsfähigkeit der beiden Versorgungstechnologien an ihre Grenzen gestoßen ist und nur durch sehr viel F&E-Aufwand noch weiter erhöht werden kann. Unabhängig davon wird innerhalb der Unternehmung davon ausgegangen, dass OEM's aktuell und wahrscheinlich auch in Zukunft kein Interesse mehr an einer noch leistungsfähigeren Versorgungstechnologie eines Verbrennungsmotors haben werden. Wird der Gedanke fertig gesponnen, so scheint es für Automobilzulieferer aufgrund des fehlenden Abnehmers heute schon uninteressant zu

sein, in die Entwicklung einer leistungsfähigeren Versorgungstechnologie eines Verbrennungsmotors zu investieren. Die Firma VENTREX Automotive GmbH stuft also beide Versorgungtechnologien als bereits voll ausgeschöpfte Basistechnologien ein. Aufbauend auf die Einstufung der beiden oben angeführten Produkttechnologien entlang der S-Kurve wurde anschließend festgelegt, wo die Wasserstoffversorgungstechnologie anzusiedeln ist. Auch hier herrschte wieder Einstimmigkeit unter den teilnehmenden Personen. Es wurde davon ausgegangen, dass die Leistungsfähigkeit der Wasserstoffversorgungstechnologie im Vergleich zu den Versorgungstechnologien von Diesel- und Ottomotor als tendenziell höher einzustufen ist. Begründet wurde dies mit den Möglichkeiten und Potenzialen, die die Unternehmung noch in dieser Versorgungstechnologie sieht. An dieser Stelle kann beispielsweise das Potenzial aufgrund von Gesamtsystementwicklungen und Systemintegrationen genannt werden, aber auch eine mögliche Elektrifizierung der vorhandenen Komponenten. Ähnlich der Einteilung am Technologielebenszyklus stuft die Firma VENTREX Automotive GmbH die Wasserstoffversorgungstechnologie aber auch bezüglich der Leistungsfähigkeit als Basis- und nicht als Schlüsseltechnologie ein, wobei auch hier die Produkttechnologie wieder an der Grenze zur Schlüsseltechnologie gesehen wird (s. Abb. 31).

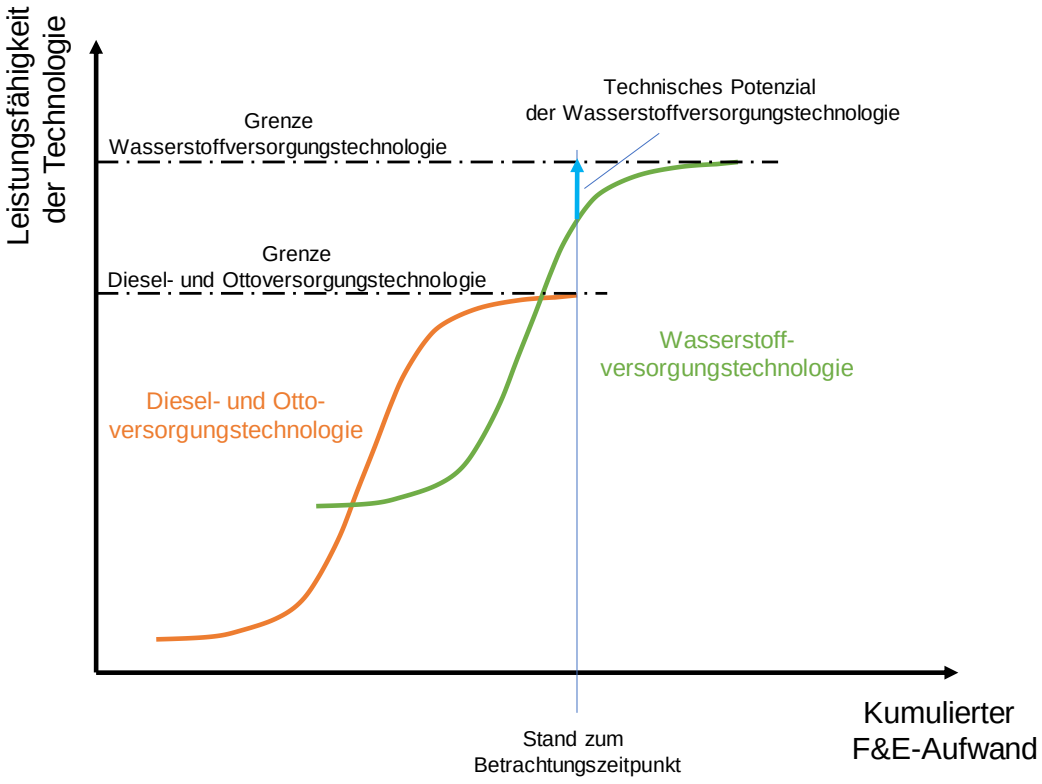


Abb. 31: Technologie-S-Kurve der Wasserstoffversorgungstechnologie,
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Möhrle/Specht (2018), Onlinequelle [02.11.2019].

Abschließend wurden die Ergebnisse aus der Technologielebenszyklus-Analyse nach Arthur D. Little und die Feststellung der Leistungsfähigkeit in die Vorlage aus Unterkapitel 11.1.2 übertragen, um letztendlich die Bewertungskriterien Weiterentwicklungspotenzial der Technologie und Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien bewerten zu können. Abb. 32 zeigt die Übertragungen grafisch dargestellt.

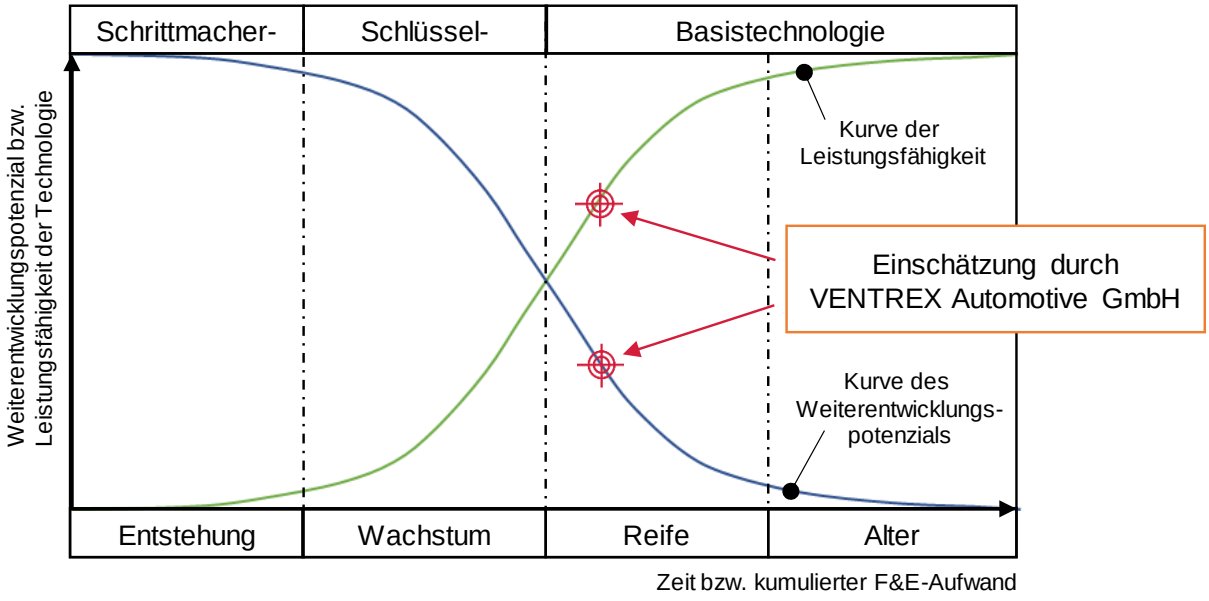


Abb. 32: Technologielebenszyklus-Analyse der Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

Aus obiger Abbildung lässt sich erkennen, dass die Wasserstoffversorgungstechnologie durch die Firma VENTREX Automotive GmbH sowohl auf der Kurve der Leistungsfähigkeit als auch auf der Kurve des Weiterentwicklungspotenzials im frühen Bereich einer Basistechnologie gesehen wird. Dadurch sind auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 16 sowohl das Bewertungskriterium Weiterentwicklungspotenzial der Technologie als auch die Leistungsfähigkeit der Technologie mit einem Wert von 1 zu bewerten.

9.1.2 Technology Readiness Level

Zur Beurteilung des Technology Readiness Level wurde gemeinsam mit dem Abteilungsleiter der Produktentwicklung ein Workshop (s. Unterkapitel 11.5.6) durchgeführt, in dem das entsprechende Werkzeug befüllt wurde. Die Ergebnisse des Workshops sind in Tab. 22 dargestellt.

Da sich bereits Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb erfolgreich im realen Einsatz befinden, kann der Technology Readiness Level ohne Bedenken und ohne Zuhilfenahme der Einstufungshilfen auf 8 eingestuft werden. So brachte beispielsweise Toyota mit dem MIRAI bereits 2015 eine Wasserstofflimousine auf den Markt. Seit 2018 hat der südkoreanische Automobilhersteller Hyundai mit dem NEXO ein Brennstoffzellen-Fahrzeug am Markt etabliert. Auch in Deutschland wird bereits in Serie produziert. Mercedes Benz fertigt mit dem GLC F-CELL seit 2018 einen Plug-in-Hybrid.[114]

Obwohl sich bereits mehrere Brennstoffzellen-Fahrzeuge am Markt befinden, sieht die Firma VENTREX Automotive GmbH den TRL jedoch nicht auf Stufe 9. Begründet wird dies vor allem damit, dass es sich bei den in Serien befindlichen Fahrzeugen einheitlich um Kleinserien handelt und somit keine Aussagen über mögliche Komplikationen im Betrieb von großen Flotten möglich sind. Ebenso sind die Kinderkrankheiten noch nicht ganz absehbar, was gegen eine Bewertung von TRL 9 spricht.

[114] Vgl. H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [05.11.2019].

Für die letztendliche Bewertung der Produkttechnologie spielt es aber ohnehin keine Rolle, ob sich der TRL nun auf Stufe 8 oder 9 befindet, da beide Stufen zu einer Quantifizierung des abschließenden Bewertungskriteriums von 1 führen.

Durch die Anwendung des Werkzeugs Technology Readiness Level wurde festgestellt, dass die zu untersuchende Produkttechnologie einen TRL von 8 aufweist und somit lt. Tab. 16 zu einer Quantifizierung des Bewertungskriteriums Reifegrad der Technologie von 1 führt.

TRL 1 – Nachweis der Grundprinzipien	
Auf dieser Stufe beginnt der Wechsel von Grundlagenforschung in angewandte Forschung. Als Beispiel kann an dieser Stelle die Untersuchung der Grundeigenschaften, wie z.B. die Zugfestigkeit eines neuen Materials, genannt werden.	
TRL 1 erfüllt?	**JA**
TRL 2 – Ausgearbeitetes Technologiekonzept und/oder potenzielle Anwendung formuliert	
Im Anschluss an die Beobachtung der grundlegenden physikalischen Eigenschaften folgt in Stufe zwei die Formulierung eines Technologiekonzepts mit der dazugehörigen potenziellen Anwendung. Die Anwendung ist dabei aber noch rein spekulativ, was bedeutet, dass noch keine Beweise bzw. Analysen vorliegen, welche die Vermutungen untermauern.	
TRL 2 erfüllt?	**JA**
TRL 3 – Experimentelle Bestätigung des Technologiekonzepts (Proof of Concept)	
Beim TRL 3 werden die kritischen Funktionen und Eigenschaften einer Technologie überprüft. Das im TRL 2 definierte Technologiekonzept wird durch analytische und laborgestützte Studien verifiziert.	
TRL 3 erfüllt?	**JA**
TRL 4 – Funktionsnachweis der Technologie unter Laborbedingungen	
Nach einem erfolgreichen Proof of Concept geht es beim TRL 4 darum, die einzelnen Bestandteile einer Technologie zu einer Systemlösung zu integrieren und deren Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Im Vergleich zum geplanten realen Einsatz der Lösung ist der Testaufbau dabei noch stark vereinfacht, meist auf einem Prüfstand, ausgeführt.	
TRL 4 erfüllt?	**JA**
TRL 5 – Funktionsnachweis der Technologie in simulierter, realer Umgebung	
Der TRL 5 bestätigt die Funktion der Technologie unter möglichst der Realität entsprechenden Einsatzbedingungen. Dazu werden die Komponenten der Technologie mit der Infrastruktur aus dem	

Umfeld verbunden. Als konkretes Beispiel kann an dieser Stelle die Überprüfung der Aerodynamik eines Fahrzeugteils in einem Windkanal genannt werden.	
TRL 5 erfüllt?	**JA**
TRL 6 – Demonstration des Prototyps unter Einsatzbedingungen	
Auf dieser Stufe werden die Prototypen unter vergleichbaren Einsatzbedingungen getestet. Werden Prototypen unmittelbar in realen Einsatzbedingungen getestet, so überspringen sie diese Stufe. Beispielsweise könnte ein Raumfahrzeug unter ähnlichen Bedingungen auf der Erdoberfläche getestet und validiert werden.	
TRL 6 erfüllt?	**JA**
TRL 7 – Demonstration des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen	
Der TRL 7 bestätigt die Funktion des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen. Es kann davon ausgegangen werden, dass es im wirklichen System zu keinen unerwarteten Überraschungen kommt.	
TRL 7 erfüllt?	**JA**
TRL 8 – Für den Einsatz qualifiziertes System	
Erreicht die Technologie einen TRL von 8, so hat sie bewiesen, dass sie in ihrer konkreten Anwendung unter realen Einsatzbedingungen funktioniert. Somit ist sie bereit für den geplanten Einsatz.	
TRL 8 erfüllt?	**JA**
TRL 9 – Im Einsatz bewährtes System	
Technologien, welche Stufe neun erreicht haben, haben sich erfolgreich im realen Einsatz bewährt. Es sind nur mehr kleine Anpassungen notwendig, um beispielsweise „Kinderkrankheiten“ zu beseitigen.	
TRL 9 erfüllt?	**NEIN**

Tab. 22: TRL der Wasserstoffversorgungstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle,
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011), Onlinequelle [19.08.2019].

9.1.3 Trendanalyse

Bei der Erstellung der Technologie-Trendkarte für die Firma VENTREX Automotive GmbH wurde sich an das entwickelte Vorgehen aus Unterkapitel 6.1.3 gehalten. Die Aufgabe der Erstellung der einzelnen Technologie-Trendkarten wurde dabei vom Abteilungsleiter der Produktentwicklung an den Autor dieser Masterarbeit delegiert. Die konkrete Aufgabenstellung lautete, aus existierenden Technologietrends jene vorzuselektieren, welche von besonderer Bedeutung für die Unternehmung sein könnten. Als Quelle für die Technologietrends diente das Zukunftsinstitut, das Future Trend Institute und TRENDONE.

In Summe konnten so 62 für die Firma VENTREX Automotive GmbH potenziell relevante Technologietrends identifiziert und vorselektiert werden (s. Tab. 23). Jeder dieser 62 Technologietrends wurde auf einer Trendkarte näher beschrieben und mit einem Bild versehen. Abb. 33 zeigt eines dieser Trendkärtchen.

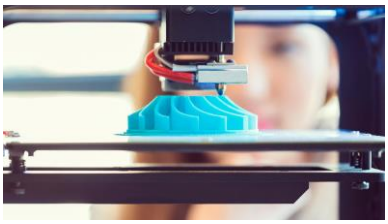
Achtsamkeit	Circular Economy	E-Mobility
Green Tech	Post-Carbon-Gesellschaft	Sharing Economy
3D-Printing	Autonomes Fahren	Big Data
Blockchain	Business Ecosystems	Carsharing
Crowdsourcing	Cryptocurrencies	Cybercrime
Digital Health	Digital Reputation	Internet of Things
Künstliche Intelligenz	Predictive Analytics	Privacy
Real-Digital	Seamless Mobility	Selftracking
Smart Citys	Smart Devices	Bevölkerungswachstum
Bike-Boom	Augmented Reality	Plattformökonomie
Trust Technology	Dash Delivery	Mikromobilität
Allgegenwärtige digitale Assistenten	Serverless Computing	AI Spoofing
Umgebungsüberwachung	Gestenerkennung	WiFi-Erkennung
Fliegende Taxis	Autonome Unterwasserfahrzeuge	Lieferung per Drohne
Boom der Elektrofahrzeuge – speziell in China	Solar Highways	Proaktive kognitive Sicherheitsfeatures
Strombedarf	Beförderung als Dienstleistungsgeschäftsmodell	Exponenzielles Wachstum der autonom gefahrenen Kilometer
Auto-Schnittstellen treiben den Kampf um digitale Assistenzsysteme	Cloud Robotics	5G-Netzwerke und das Industrial Internet of Things (IioT)
Holograms	Charging Stations	Backlash Against Evs
Ultra-High-Voltage Direct Current and Macro Grids	Better Batteries	Wireless Charging Everywhere
Zero Carbon Natural Gas	Corporate Sustainability	MicroSats and CubeSats
Cybersecurity	Datenübertragung	

Tab. 23: Vorselektierte Technologietrends, Quelle: Eigene Darstellung.

VENTREX
Driven Automotive Technology

Tech Trend NR 7

3D-Printing



3D-Printing ist ein generatives Fertigungsverfahren, das dreidimensionale Gegenstände durch schichtweises, computergesteuertes Auftragen von Material erzeugt. 3D-Drucker werden sowohl in Industrie und Forschung eingesetzt als auch im Heim- und Unterhaltungsbereich sowie in der Kunst. Die neuartigen Produktionsprozesse ermöglichen hochindividuelle Produktion nach Bedarf und somit agilere Lieferketten.

Abb. 33: Entwickelte Technologie-Trendkarte, Quelle: Eigene Darstellung.

Die nächsten Schritte bestehen darin, die 62 vorselektierten Technologietrends nochmals zu screenen, auf die relevantesten zu reduzieren und die Zusammenhänge zu bestimmen, um so letztendlich eine Technologie-Trendkarte erstellen zu können. Abschließend ist noch eine Priorisierung der Technologietrends durchzuführen. Dazu möchte die Firma VENTREX Automotive GmbH eine Ordinalskala mit den Ausprägungen „gering“, „mittel“ und „hoch“ verwenden. Um die oben beschriebenen Schritte durchzuführen, wurde ein Workshop (s. Unterkapitel 11.5.7) mit den relevanten Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH durchgeführt.

In Tab. 24 befinden sich die 32 Technologietrends, welche von der Unternehmung für relevant befunden wurden und somit für eine Beurteilung einer Technologieattraktivität verwendet werden sollen. Ebenso befindet sich in dieser Tabelle die Wichtigkeit/Priorität des jeweiligen Technologietrends. Die aus der bisherigen Vorarbeit resultierende Technologie-Trendkarte befindet sich in Abb. 34 und zeigt die Zusammenhänge bzw. Abhängigkeiten zwischen den Technologietrends inkl. der unternehmensspezifischen Priorisierung grafisch dargestellt. In Summe ergaben sich zwei große Ketten mit den übergeordneten Bereichen der Alternativen Antriebe und der Digitalisierung sowie eine kleinere Kette, die sich unter dem Begriff Prozessentwicklung 4.0 zusammenfassen lässt.

Relevanter Trend	Identifikationsnummer	Führt zu	Wichtigkeit/Priorität
Circular Economy	2	58	hoch
E-Mobility	3	46	hoch
Green Tech	4	2	hoch
Post-Carbon-Gesellschaft	5	4	mittel
3D-Printing	7	22	mittel
Big Data	9	20	mittel
Business Ecosystems	11	30	niedrig

Digital Health	16	24	niedrig
Digital Reputation	17	11	niedrig
Internet of Things	18	16	mittel
Künstliche Intelligenz	19	20	mittel
Predictive Analytics	20	61	hoch
Real-Digital	22	29	hoch
Selftracking	24	20	niedrig
Bevölkerungswachstum	27	46	mittel
Bike Boom	28	4	niedrig
Augmented Reality	29	22	mittel
Plattformökonomie	30	9	mittel
Trust Technology	31	17	niedrig
Mikromobilität	33	28	mittel
Umgebungsüberwachung	37	20	niedrig
Boom der Elektrofahrzeuge – speziell in China	43	46	mittel
Strombedarf	46	54	hoch
Cloud Robotics	50	51	niedrig
5G-Netzwerke und das Industrial Internet of Things (IioT)	51	62	niedrig
Charging Stations	53	3	mittel
Backlash against Evs	54	33	niedrig
Better Batteries	56	3	mittel
Zero Carbon Natural Gas	58	2	hoch
Corporate Sustainability	59	4	mittel
Security	61	31	mittel
Datenübertragung	62	18	mittel

Tab. 24: Relevante Technologietrends für die Firma VENTREX Automotive GmbH,
Quelle: Eigene Darstellung.

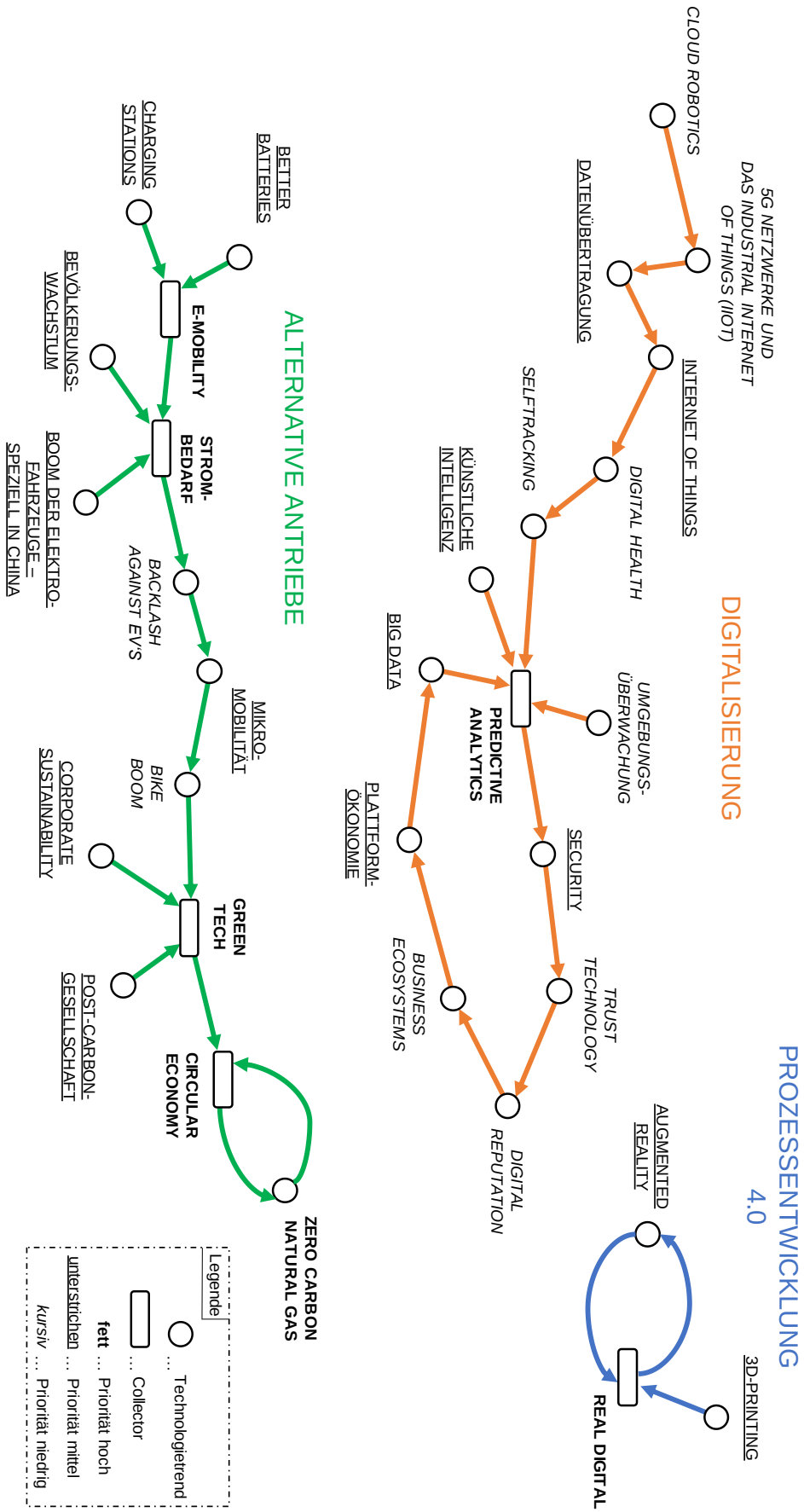


Abb. 34: Technologie-Trendkarte der Firma VENTREX Automotive GmbH,
Quelle: Eigene Darstellung.

Aufgrund der erstellten Technologie-Trendkarte ist die Firma VENTREX Automotive GmbH nun in der Lage, neue Technologien hinsichtlich des Bewertungskriteriums Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends? zu bewerten.

Für die anschließende Bewertung und Festlegung der Trendsumme einigte man sich darauf, nicht die Wasserstoffversorgungstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle alleine zu betrachten, sondern die „Flughöhe“ zu erhöhen und bei diesem Bewertungskriterium die gesamte Antriebstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle zu untersuchen. Dies macht insofern Sinn, da eine Versorgungstechnologie nur im Gesamtsystem funktioniert und vor allem auch nur dann gebraucht wird, wenn auch das gesamte System von der breiten Masse akzeptiert und adaptiert wird. Um feststellen zu können, welche Trendsumme durch die Antriebstechnologie der PEM-Brennstoffzelle erreicht wird, wurde ein Bewertungsmodell mit folgender Logik verwendet:

- Trends mit einer hohen Priorität sind mit einem Wert von 3 zu versehen.
- Trends mit einer mittleren Priorität sind mit einem Wert von 2 zu versehen.
- Trends mit einer niedrigen Priorität sind mit einem Wert von 1 zu versehen.

Es wurde also untersucht, welche und wie viele unternehmensspezifische Technologietrends durch die Produkttechnologie bearbeitet werden können. Die jeweiligen Trends wurden dann entsprechend ihrer Priorität mit einem Wert versehen. In Summe sieht die Firma VENTREX Automotive GmbH zehn Technologietrends, welche durch die Produkttechnologie bearbeitet werden können. Aufgrund der Wertesumme ergab sich eine Trendsumme von 25. Die identifizierten Technologietrends und die Berechnung der Trendsumme befinden sich in Tab. 25.

Angesprochener Trend	Priorität	Wert
E-Mobility	hoch	3
Strombedarf	hoch	3
Green Tech	hoch	3
Circular Economy	hoch	3
Zero Carbon Natural Gas	hoch	3
Charging Stations	mittel	2
Bevölkerungswachstum	mittel	2
Boom der Elektrofahrzeuge – speziell in China	mittel	2
Corporate Sustainability	mittel	2
Post-Carbon-Gesellschaft	mittel	2
	Trendsumme	25

Tab. 25: Berechnung der Trendsumme, Quelle: Eigene Darstellung.

Aus Sicht der Firma VENTREX Automotive GmbH erreichte die Produkttechnologie der PEM-Brennstoffzelle durch die Anwendung des Werkzeugs Trendanalyse eine Trendsumme von 25. Basierend auf der Quantifizierung des Bewertungskriteriums Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends? aus Tab. 16 entspricht dies einem Wert von 10.

9.1.4 Förderwürdigkeit

Um die Förderwürdigkeit eines Entwicklungsprojekts im Bereich der Wasserstoffversorgungstechnologie feststellen zu können, wurde dem Autor dieser Masterarbeit vom Abteilungsleiter der Produktentwicklung die Aufgabe delegiert, mögliche Förderstellen zu screenen und diese entsprechend ihrem Fördervolumen aufzulisten. Zur Untersuchung der potenziellen Förderstellen wurde dafür eine Internetrecherche auf diversen Förderungsplattformen durchgeführt. Das Ergebnis der Recherche ist in Tab. 26 dargestellt.

Förderung	Was kann gefördert werden?	Wie hoch ist die Förderung?
WACHSTUMS!Schritt[115]	Erweiterung der Betriebsstätte für z.B. neue Produkte	Max. 15 % der anrechenbaren Projektkosten
FFG-Innovationsscheck[116]	Leistungen von Forschungseinrichtungen	Max. 10000 €
FFG-Feasibility Study[117]	Machbarkeitsstudien durch externe Dienstleister	Max. 30000 €
FFG-Projekt.Start[118]	Kosten in der Projektvorbereitung	Max. 6000 €
FFG-Basisprogramm[119]	F&E-Projekte	Projektvorbereitung: max. 3000 € Projektdurchführung: max. 50 % der Projektkosten Nachprojektphase: max. 10000 €
BMF-Forschungsprämie[120]	F&E-Aufwände	14 % der gesamten Forschungsaufwände innerhalb eines Jahres
Frontrunner[121]	F&E-Projekte	Max 35 % der Projektkosten

[115] Vgl. Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft m.b.H. (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [05.11.2019].

[116] Vgl. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019a), Onlinequelle [05.11.2019].

[117] Vgl. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019b), Onlinequelle [05.11.2019].

[118] Vgl. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019c), Onlinequelle [05.11.2019].

[119] Vgl. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019d), Onlinequelle [05.11.2019].

[120] Vgl. Bundesministerium für Finanzen (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [05.11.2019].

[121] Vgl. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019e), Onlinequelle [05.11.2019].

Horizon 2020[122]	F&E-Projekte	Geht aus den Recherchen nicht eindeutig hervor

Tab. 26: Förderungsmöglichkeiten, Quelle: Eigene Darstellung.

Wie aus obiger Tabelle hervorgeht, gibt es eine Vielzahl an Fördermöglichkeiten. Ob und vor allem wieviel Fördervolumen aber tatsächlich lukriert werden kann, konnte an dieser Stelle nicht genau festgestellt werden. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die Firma VENTREX Automotive GmbH durch ein Entwicklungsprojekt im Bereich der Wasserstoffversorgungstechnologie mehrere Förderungen bekommen könnte. Aufgrund der Ungewissheit in Bezug auf die Höhe und Anzahl der Förderungen stuft der Abteilungsleiter der Produktentwicklung das Bewertungskriterium Förderwürdigkeit der Technologie, basierend auf der Quantifizierung aus Tab. 16, mit einem Wert von 5 ein.

9.1.5 Patentrecherche

Da die Firma VENTREX Automotive GmbH keinen externen Patentanwalt mit der Durchführung einer umfassenden Patentrecherche beauftragen will, wird der Autor dieser Masterarbeit vom Abteilungsleiter der Produktentwicklung mit dieser Aufgabe betraut. Natürlich kann an dieser Stelle aus ressourcen- und Know-how-technischen Gründen keine vollständige Patentrecherche durchgeführt werden. Vorerst soll durch ein Einschränken von Suchbegriffen vor allem ein Screening auf einer entsprechenden „Flughöhe“ durchgeführt werden, um vorzeitig eventuelle K.o.-Kriterien identifizieren zu können. Auf eine detaillierte Patentrecherche wird also bewusst verzichtet. Die Firma VENTREX Automotive GmbH erachtet dies erst als sinnvoll, wenn bereits konkrete Konzeptüberlegungen und Prototypen vorliegen.

Gemeinsam mit dem Abteilungsleiter der Produktentwicklung wurde definiert, nach welchen deutschsprachigen Bereichen/Begriffen in der Recherche hinsichtlich eines relevanten Schutzrechts, bezogen auf die Wasserstoffversorgungstechnologie, zu suchen ist:

- Wasserstoffversorgung
- Druckregelung in der Wasserstoffleitung
- Niederdruck in der Wasserstoffleitung
- Brennstoffzelle
- Anode

Für die Durchführung der Patentrecherche wurde der Expertenmodus der Onlineplattform DEPATISnet verwendet. Da die Suche nach obigen Begriffen eine Vielzahl an Treffern ergeben und somit den Rechercheaufwand ins Unermessliche treiben würde, wurden noch weitere Einschränkungen bezüglich der Suchformulierung getroffen. So wurde beispielsweise aufgrund der auf 20 Jahre begrenzten Schutzgültigkeit nur nach Patenten gesucht, welche nach dem 01.09.1999 angemeldet wurden. Eine Auflistung der Suchbegriffe inkl. der daraus resultierenden Trefferanzahl befindet sich in Tab. 27.

[122] Vgl. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019f), Onlinequelle [05.11.2019].

Suchbegriff	Treffer
AB =Wasserstoff UND CL=Druckregelung UND CL=?zeug UND AD >=01.09.1999	1
AB =Wasserstoff UND CL=Druckregler UND CL=?zeug UND AD >=01.09.1999	9
TI=Druckregler UND CL=Wasserstoff UND AD >=01.09.1999	1
DE=Wasserstoffleitung UND CL=Druckregler	2
DE=Wasserstoffleitung UND CL=Niederdruck UND CL=?zeug UND AD >=01.09.1999	1
DE=Brennstoffzelle UND CL=Niederdruck UND CL=?zeug UND AD >=01.09.1999	4
DE=Brennstoffzelle UND CL=Niederdruck UND DE=?zeug UND AD >=01.09.1999	12
BI=Anode UND CL=Niederdruck UND DE=?zeug UND AD >=01.09.1999	3

Tab. 27: Suchbegriffe inkl. entsprechender Trefferanzahl, Quelle: Eigene Darstellung.

In Summe konnten durch die Suchbegriffe 27 in Frage kommende Schutzrechte identifiziert werden. Im nächsten Schritt ging es darum, die gefundenen Patente zu screenen und zu beurteilen, ob und wie weit sie für die Vorhaben bzw. die Technologiebeurteilung der Firma VENTREX Automotive GmbH von Relevanz sind oder nicht. Dazu sollten die gefundenen Patentschriften, vor allem aber deren Ansprüche, detailliert betrachtet und hinsichtlich Relevanz kategorisiert werden. In Tab. 28 wurden die Ergebnisse der Detailbetrachtung zusammengefasst.

Veröffentlichungs-nummer	Anmelder/Inhaber	Relevant (Schutzrecht bedenklich)?
DE000010052174A1	Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP	nein
DE102016009672A1	Linde Aktiengesellschaft, 80331, München, DE	nein
DE102005049252A1	GM Global Technology Operations, Inc., Detroit, Mich., US	ansatzweise
DE102016011924A1	Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE	nein
DE102015220705A1	Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft, 80809, München, DE	ansatzweise

DE102012104141A1	GM Global Technology Operations LLC (n. d. Gesetzen des Staates Delaware), Mich., Detroit, US	nein
DE000019958830A1	Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE	nein
DE000010010394A1	Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE	ansatzweise
DE102016001472A1	Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE	nein
DE102017000802A1	Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE	nein
DE102007039925A1	GM Global Technology Operations, Inc., Detroit, Mich., US	nein
WO002007144045A1	BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG, DE; FRIEDRICH THOMAS, DE	nein
DE102006027179A1	Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE	nein
DE102015209870A1	Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE	nein
DE000060224433T2	Renault S.a.s., Boulogne Billancourt, FR	nein
DE102015002024A1	Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE	nein
DE202013004126U1	Weh, Erwin, 89257, Illertissen, DE; Weh, Wolfgang, 89257, Illertissen, DE	ansatzweise
DE112011105389T5	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Aichi-ken, Toyota-shi, JP	nein
DE102016007490B4	AUDI AG, 85045, Ingolstadt, DE	nein
DE102012206370B4	Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP	nein
DE102012100554B4	Hanon Systems, Daejeon, KR	nein
DE102004009966B4	DENSO CORPORATION, Aichi-pref., Kariya-city, JP	nein
DE000060031808T2	Denso Corp., Kariya, Aichi, JP	nein
WO002008104195A1	DAIMLER AG, DE; FORD GLOBAL TECH LLC, US; STOLTE RALF-HENNING, DE	nein
WO002003015202A1	LITZKA STEFAN, DE; PROTON MOTOR FUEL CELL GMBH, DE; WEBER FLORIAN, DE	nein
WO002008015201A1	BASF AG, DE; HENTSCHEL DIETER, DE; KACZUN JUERGEN, DE; LOCHTMAN RENE,	nein

	DE; PFISTER JUERGEN, DE; SCHNEIDER NORBERT, DE; WAGNER NORBERT, DE	
WO002007144322A1	BASF AG, DE; HENTSCHEL DIETER, DE; KACZUN JUERGEN, DE; LOCHTMAN RENE, DE; PFISTER JUERGEN, DE; SCHNEIDER NORBERT, DE; WAGNER NORBERT, DE	nein

Tab. 28: Screening und Kategorisierung der gefundenen Schutzrechte,
Quelle: Eigene Darstellung.

Das Ergebnis des ersten Screenings ist, dass grundsätzlich kein gefundenes Schutzrecht explizit gegen eine Technologieadaption spricht. Wenngleich auch vier Patente als ansatzweise relevant eingestuft wurden, sieht der Abteilungsleiter der Produktentwicklung keine Hemmung eines möglichen Entwicklungsprojekts für die Firma VENTREX Automotive GmbH. Vielmehr werden die ansatzweisen relevanten Schutzrechte informativ behandelt. Die Unternehmung weiß jetzt, sollte sich tatsächlich ein Entwicklungsprojekt ergeben, in welchen Bereichen Vorsicht geboten ist. Natürlich ist die durchgeführte Patentrecherche durch den Autor dieser Masterarbeit nicht mit der eines Patentanwalts zu vergleichen, jedoch für eine erste Indikation ausreichend. Auf Basis der Informationen aus der durchgeführten Recherche stuft der Abteilungsleiter der Produktentwicklung das Bewertungskriterium Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie mit der zugrundeliegenden Quantifizierung aus Tab. 16 mit 10 ein.

9.1.6 Gartner Hype Cycle

Bevor das Werkzeug Gartner Hype Cycle angewandt werden kann, muss zuerst festgelegt werden, in welchem der drei Felder (A, B oder C) aus Abb. 23 die Firma VENTREX Automotive GmbH agiert bzw. agieren möchte und welche Technologien infolgedessen als strategisch interessant angesehen werden. Haupthandlungsfeld und zugleich präferierter Einstiegsbereich für neue Produkttechnologien der Unternehmung ist der Bereich B. Dies hat eine einfache Begründung. VENTREX Automotive GmbH sieht sich selbst als „forerunner“ im Bereich der Automobilzulieferindustrie. Der Firmenanspruch ist es, durch frühe Technologieadaption eine entsprechende Pionierposition beim OEM einnehmen zu können, dadurch Wettbewerbsvorteile zu generieren und so letztendlich einen Preiskampf durch die Konkurrenz so lange wie möglich zu verhindern bzw. hinauszuzögern. Die Handlungsfelder A und C werden als weniger attraktiv eingestuft. Technologien im Bereich von A befinden sich meist in einem zu frühen Stadium für eine ernsthafte Produktentwicklung. Ohnehin ist dieser Bereich eher für Forschungseinrichtungen von Interesse. Bei einem Einstieg im Bereich von C könnte es womöglich schon zu spät sein und eine gewünschte Pionierposition beim OEM möglicherweise verloren gehen.

Am Ende des Tages soll das hier angewandte Werkzeug dem Managementteam unterstützend bei seiner Bewertung des Bewertungskriteriums Strategiekonformität zur Verfügung stehen. Das Kriterium wird dabei zum einen über eine qualitative Einschätzung durch Experten bewertet und zum anderen auf Basis der aktuellen Einstufung innerhalb des Gartner Hype Cycle.

Bei der Anwendung des Werkzeugs wird die gesamte Antriebstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle betrachtet und nicht nur die Wasserstoffversorgungstechnologie an sich. Begründet wird dies damit, da es letztendlich der ganze Technologieverbund ist, der öffentliches Interesse erzeugt und so entlang des Hype Cycle eingestuft werden kann.

Da es vom Gartner-Institut keine aktuelle Veröffentlichung zur PEM-Brennstoffzelle gibt und die Unternehmung kein externes Institut mit der Einstufung beauftragen will, wird die Produkttechnologie firmenintern durch geeignete Personen eingestuft. Dies wären zum einen der Abteilungsleiter der Produktentwicklung und zum anderen ein Business Development Manager, welcher sich mit den Themen der alternativen Antriebstechnologien für die Firma VENTREX Automotive GmbH beschäftigt. Die Einstufung erfolgt dabei auf Basis ihrer Erfahrung mit dem Thema, aber auch auf Basis von Onlineliteratur und Google Trends. Begonnen werden soll zunächst mit der Onlinerecherche bezüglich des Hype Cycle der PEM-Brennstoffzellentechnologie. Diese Informationen sollen dann auch als Hilfestellung für die Einstufung der Produkttechnologie durch die Verantwortlichen der Firma VENTREX Automotive GmbH dienen.

Da sich das Bild des Hype Cycle für die PEM-Brennstoffzellentechnologie in mehreren Onlinequellen widerspiegelt, sollen an dieser Stelle zwei Quellen repräsentativ für die Information aus dem Internet sein. Die erste Studie stammt von *Walter Huber* vom Institut für Innovative Technologien, Bozen.[123] Studie Nummer zwei wurde von *Matthias Weber* und *Björn Budde* vom Austrian Institute of Technology verfasst.[124]

In der Studie von *Huber* wird ein kompletter Hype Cycle für die PEM-Brennstoffzellentechnologie skizziert (s. Abb. 35). Nach dem Gipfel der überzogenen Erwartungen im Jahre 2001 fiel die Technologie ins Tal der Enttäuschungen. 2006 stiegen die Erwartungen von Neuem und ließen die Produkttechnologie den Pfad der Erleuchtung durchschreiten. Zum heutigen Tage befindet sich die Technologie lt. *Huber* an der Grenze zum Plateau der Produktivität.

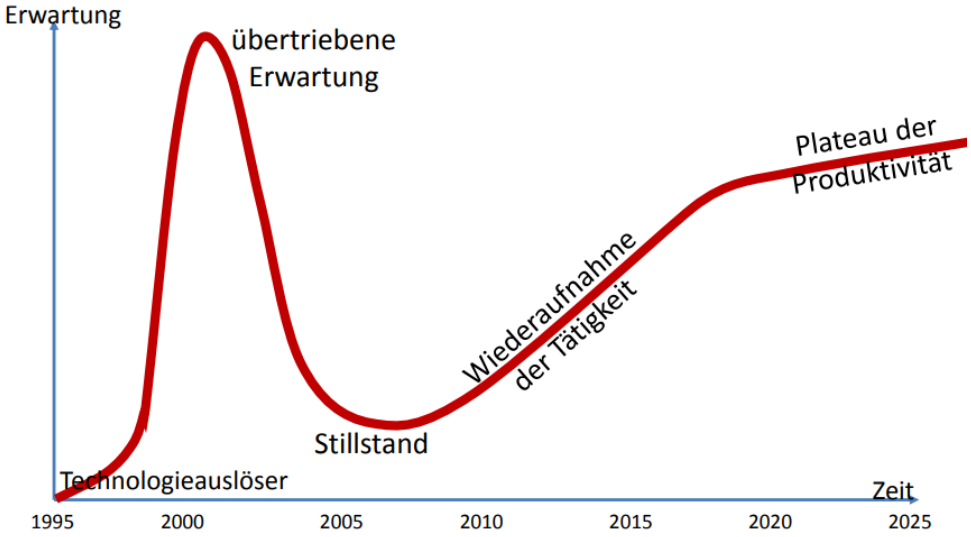


Abb. 35: Verlauf des Gartner Hype Cycle lt. Huber, Quelle: Huber (2015), Onlinequelle [05.11.2019].

[123] Vgl. Huber (2015), Onlinequelle [05.11.2019].

[124] Vgl. Weber/Budde (2013), Onlinequelle [05.11.2019].

Die zweite Studie beschäftigte sich auch mit dem Hype rund um die PEM-Brennstoffzellentechnologie. Anstatt direkt einen Hype Cycle zu skizzieren, untersuchten *Weber* und *Budde* zwischen 1993 und 2007 Artikel aus der Frankfurter Allgemeinen Zeitung hinsichtlich Berichterstattungen, welche das Wort „Brennstoffzelle“ im Titel aufwiesen.[125] Zusätzlich kategorisierten bzw. bewerteten sie die Artikel in Abstufungen von pessimistisch bis sehr optimistisch. Das Ergebnis ist in Abb. 36 dargestellt und ähnelt hinsichtlich Form und Verlauf stark dem Verlauf aus Abb. 35. Extrapoliert man den weiteren Verlauf der Kurve, so kann man davon ausgehen, dass die Berichterstattung positiv weitersteigt. Auch hier lässt sich die Technologie zwischen dem Pfad der Erleuchtung und dem Plateau der Produktivität vermuten.

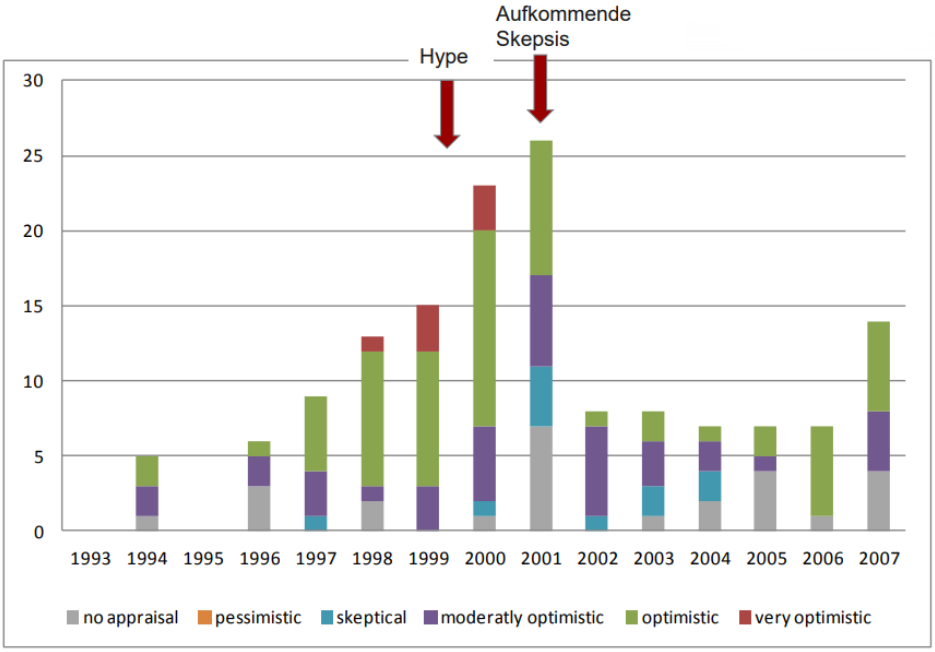


Abb. 36: Artikel in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung mit dem Titel Brennstoffzelle, Quelle: Weber/Budde (2013), Onlinequelle [16.09.2019].

Abschließend wird bei der Onlinerecherche noch untersucht, welche Aufmerksamkeit der PEM-Brennstoffzellentechnologie in der Google-Suchmaschine zugerechnet werden kann. Durch das Werkzeug Google Trends lässt sich feststellen, welches Interesse bestimmte Sucheinträge aufweisen. Da Endkunden eher nach einem fertigen Produkt als nach einer Technologie suchen, wird an dieser Stelle der Begriff „Wasserstoffauto“ hinsichtlich des öffentlichen Interesses untersucht. Der Verlauf aus Abb. 37 lässt erkennen, dass das Interesse am Suchbegriff „Wasserstoffauto“ von 2004 bis 2009 tendenziell gesunken ist und bis Anfang 2017 eher stagnierte. Ab diesem Zeitpunkt lässt sich dann ein steiles Wachstum erkennen, welches eine Erhöhung des öffentlichen Interesses an Wasserstoffautos vermuten lässt. Auch dieser Verlauf spricht dafür, dass die PEM-Brennstoffzellentechnologie das Tal der Enttäuschungen verlassen hat und somit wieder an öffentlichem Interesse gewinnt. Zum besseren Verständnis sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass die Werte auf der Ordinate relativ zu sehen sind. Ein Wert von 100 entspricht dabei der höchsten Beliebtheit des Suchbegriffs im jeweiligen Zeitraum. Weist der Suchbegriff einen Wert von 50 auf, so ist er zu diesem Zeitpunkt nur halb so gefragt.[126]

[125] Vgl. Weber/Budde (2013), Onlinequelle [16.09.2019].

[126] Vgl. Google Trends (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [16.09.2019].

Abb. 37: Öffentliches Interesse am Wasserstoffauto in der Google-Suchmaschine,
Quelle: Google Trends (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [16.09.2019].

Im nächsten Schritt wurden die zwei relevanten Personen der Unternehmung gebeten, auf Basis der vorliegenden Informationen und ihrer Erfahrung die PEM-Brennstoffzellentechnologie entlang des Gartner Hype Cycle einzuordnen. Beide Vertreter der Firma sind sich einig, dass die Produkttechnologie das Tal der Enttäuschungen bereits hinter sich gelassen hat und nun in Richtung Plateau der Produktivität wandert. Das Ergebnis durch die Experten ist in Abb. 38 verbildlicht dargestellt. Aus Sicht der Firma VENTREX Automotive GmbH befindet sich die PEM-Brennstoffzellentechnologie aktuell im präferierten strategischen Einstiegsbereich B für neue Produkttechnologien. Die Technologie wird infolgedessen als strategisch sehr attraktiv eingeschätzt.

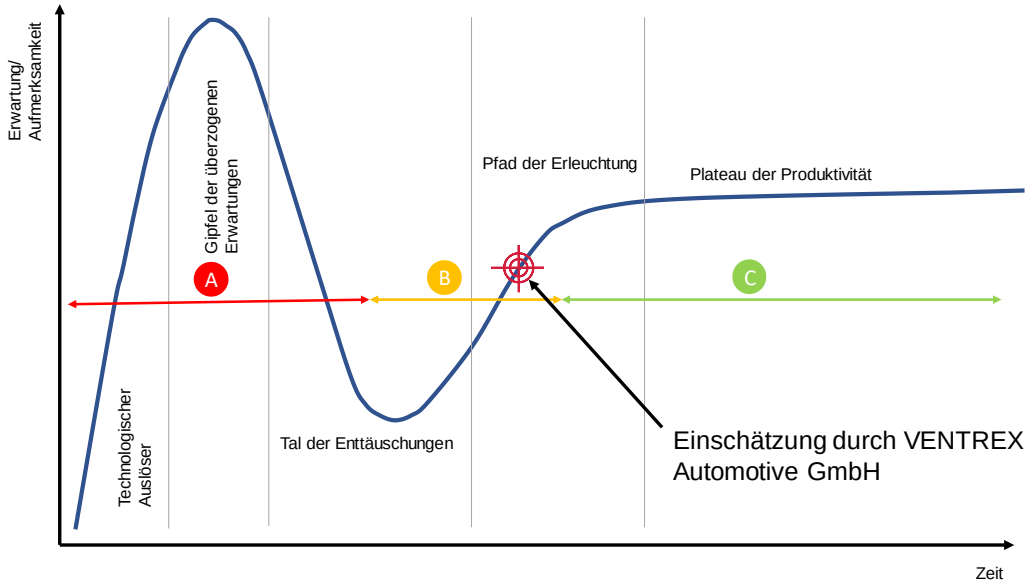


Abb. 38: Einschätzung der PEM-Brennstoffzellentechnologie entlang des Gartner Hype Cycle,
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1.

Um abschießend das Bewertungskriterium Strategiekonformität bewerten zu können, wird noch die Meinung der Unternehmensexperten bezüglich der Konformität der PEM-Brennstoffzellentechnologie mit der Unternehmensstrategie benötigt. Die Firmenstrategie wird aufgrund von Geheimhaltung an dieser Stelle nicht näher erörtert. Der Abteilungsleiter der Produktentwicklung und auch der verantwortliche Business Development Manager sind sich aber einig, dass die PEM-Brennstoffzellentechnologie genau in die Kerbe der VENTREX Automotive GmbH-Strategie schlägt. Da sowohl das Ergebnis aus dem Gartner Hype Cycle als auch die generelle Konformität der Produkttechnologie mit der Unternehmensstrategie gegeben ist, kann das Bewertungskriterium der Strategiekonformität auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 17 mit einem Wert von 10 bewertet werden.

9.1.7 Ressourcenanalyse

Die Ressourcenanalyse wurde in Form eines Workshops (s. Unterkapitel 11.5.8) mit den relevanten Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH durchgeführt (s. Tab. 29). Mit dem Anspruch auf eine systematische Vorgehensweise wurde dazu die Vorlage aus Unterkapitel 11.2.2 verwendet, welche jedoch im Zuge des Workshops weiter modifiziert wurde. Da das Ziel dieser Masterarbeit die technologische Beurteilung ist und als Nicht-Ziel eine wirtschaftliche Betrachtung von Technologien definiert wurde, wurde die Kategorisierung Finanzielle Ressourcen vernachlässigt. An dieser Stelle sei ebenso erwähnt, dass die hier definierten Ressourcen sowohl für die Bewertung von Produkt-, als auch für Prozesstechnologien dienen. Aufgrund des Betrachtungsgegenstands von Produkt- und Prozesstechnologien wurden die Funktionsbereiche Prozessentwicklung, Produktion und F&E näher betrachtet. Die restlichen Unternehmensbereiche wurden bewusst außer Acht gelassen, da sie aus Sicht der Firma VENTREX Automotive GmbH keine Rolle bei der Feststellung der internen Technologiebereitschaft spielen. Bei jenen Ressourcen, bei denen es möglich war, wurde auch eine entsprechende Auslastung angegeben. Zum besseren Verständnis werden noch folgende Anmerkungen gemacht:

- Innerhalb der Auflistung tauchen teilweise auch Werte über 100 % auf. Ist dies der Fall, so kann von einer Überlastung der jeweiligen Ressource ausgegangen werden.
- Aus Gründen der Übersicht wurde nicht der komplette Maschinenpark der Firma VENTREX Automotive GmbH aufgenommen, sondern nur exemplarisch ein Auszug davon. Eine Übersicht aller Gerätschaften kann dem firmeninternen Anlagenverzeichnis entnommen werden.
- Die Organisatorischen Ressourcen zählen für beide Unternehmensbereiche. Hier wurde keine Aufspaltung vorgenommen.
- Die „Flughöhe“ bei der Bestimmung wurde, je nach Wichtigkeit der Ressource für die Unternehmung, teilweise variiert.
- Aufgrund von inhaltlichen Synergien wurden Fähigkeiten in die Ressourcenart Technologische Ressourcen mit aufgenommen.

	Prozessentwicklung/Produktion		*F&E*	
Ressourcenart	**Ressource**	**Aktuelle Auslastung**	**Ressource**	**Aktuelle Auslastung**
Physische Ressource	Freie Produktionsflächen	85 %	Vakuum Dichtheitsprüfkammer	50 %
	8 Tornos-Drehmaschinen	100 %	Manuelle CNG-Funktionsprüftische	60 %
	8 Gildemeister-Drehmaschinen	100 %	Funktionsprüfstand für Tankventilprüfungen	0 %
	5-Achsen-Dreh-Fräszentrum	100 %	Funktionsprüfstande für Kompressoren aus dem Schwingsitzbereich	60 %

	Taktiles Messsystem	70 %	Prüfstände zum Prüfen von kryogenen Medien	60 %
	Optisches Messsystem	40 %	Kühlwasserprüfstände für CNG- und Klimakreislauf-komponenten	20 %
	Sauberraum	50 %	Klimakammer	50 %
	Drucklufterzeugung bis 300 bar	95 %	Salzsprühkammer	100 %
	Prototypenbau	70 %	3D-Drucker	95 %
	Roboter für Kompressorenmontage	100 %	Entwicklungszentrum	66 %
	Fertigungsstraße für Klimaventile	95 %	Elektroniklabor	80 %
			Standort Graz	
Humanressource	Mitarbeiter Prototypenbau	95 %	Mitarbeiter Konstruktion	125 %
	Mitarbeiter Prozessentwicklung	120 %	Mitarbeiter Prüffeld	125 %
	Mitarbeiter in der mechanischen Produktion	130 %	Mitarbeiter im Projektmanagement	125 %
	Mitarbeiter Montage Kompressoren	90 %	Mitarbeiter in der technischen Projektleitung	125 %
	Mitarbeiter Montage CNG	90 %		
	Mitarbeiter Montage Klimaventil	100 %		
	Mitarbeiter in der elektrischen Instandhaltung	150 %		
	Mitarbeiter in der mechanischen Instandhaltung	100 %		
Organisatorische Ressource	Systemvorgaben (Tätigkeitsbeschreibungen, ...)			

	IATF 16949			
	ISO 14001			
	ISO 15500			
	TISAX			
	Unternehmensreputation			
	Bestehendes Unternehmensnetzwerk			
Technologische Ressource	Know-how in der spanenden Bearbeitung		Druckregler-Patent (System mit Druckregelung)	
	Know-how in der Montage der einzelnen Produkte		Know-how im Bereich der Druckregelung von Erdgaskomponenten	
	Know-how in der Überprüfung der einzelnen Komponenten		Kompressor-Know-how für Schwingsitze	
	Programmierungswissen		Know-how über Dichtungstechnik im Bereich von Erdgasdruckregler	
			Know-how im Prüfstandsbau	
			Thermodynamik Know-how im Automotive-Umfeld	
			Know-how von Simulationsvorgängen	
			Know-how im Rapid-Prototyping	

Tab. 29: Ressourcenanalyse für Produkt- und Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Auf Basis der Ergebnisse aus der Ressourcenanalyse wurde im nächsten Schritt beurteilt, ob und in welchem Ausmaß Ressourcen zur Verfügung stehen, um eine potenzielle Adaption der Wasserstoff-versorgungstechnologie durchführen zu können. Dazu wurde zuerst jede Ressourcenart mit einem Wert von 1, 5 oder 10 bewertet. So wurden beispielsweise aufgrund der hohen Auslastung die Physischen Ressourcen und die Humanressourcen der Prozessentwicklung/Produktion mit 1 bewertet. Ebenso verfügt die F&E aktuell über keine Humanressourcen, um eine eventuelle Technologieadaption realisieren zu können. Die Organisatorischen Ressourcen wurden als ausreichend und somit mit 10 bewertet. Im Bereich der Technologischen Ressourcen wurden in beiden Unternehmensbereichen die Ressourcen als grundsätzlich vorhanden eingestuft. Es besteht bereits eine Basis, welche bei einer eintretenden Technologieadaption aber noch weiter ausgebaut werden müsste. Somit wurde diese Ressourcenart mit 5 bewertet. Ebenso erfolgte die Einstufung der Physischen Ressourcen im Bereich der F&E mit einem Wert 5.

Im Anschluss an die separate Bewertung der Ressourcenarten wurden diese subsumiert betrachtet und so letztendlich das Bewertungskriterium Verfügbarkeit von Ressourcen bewertet. Obwohl einzelne Ressourcenarten mit 5 bewertet wurden und die Organisatorischen Ressourcen sogar mit einem Wert von 10, wird die Verfügbarkeit der Ressourcen in Summe zum heutigen Zeitpunkt als nicht ausreichend beurteilt. Auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 17 wurde das Bewertungskriterium Verfügbarkeit von Ressourcen daher mit einem Wert von 1 quantifiziert.

9.1.8 Kompetenzanalyse

Aufgrund der inhaltlichen Synergien wurde die Kompetenzanalyse im Anschluss an die Ressourcenanalyse im selben Workshop (s. Unterkapitel 11.5.8) durchgeführt. Begonnen wurde damit, die aus Sicht der Workshop-Teilnehmer relevanten Kompetenzen für eine Beurteilung der Technologiebereitschaft aufzulisten. Folgend wurden diese Kompetenzen dem VRIO-Schema unterzogen, um so potenzielle Kernkompetenzen der Firma VENTREX Automotive GmbH identifizieren zu können. Zur Sicherstellung einer systematischen Vorgehensweise wurde dazu die Vorlage aus Unterkapitel 11.2.3 verwendet. Tab. 30 enthält die Ergebnisse der Kompetenzanalyse.

Kompetenz/Fähigkeit	Wertvoll?	Rar?	Schwierig zu imitieren?	Breite Nutzung durch Organisation möglich?
Prozessentwicklung (Industrialisierung)	ja	nein	nein	ja
Wertschöpfungstiefe und Qualitätssicherung im Klimaventilbereich	ja	ja	ja	ja
Montage im Sauberraum unter Einhaltung einer kundenspezifischen technischen Sauberkeit	ja	nein	nein	ja
Know-how im Bau von Prüftischen – im Besonderen mit Dichtheitsprüfungen auf Helium-Basis	ja	ja	ja	ja

Großserienfertigung bei dennoch hoher Agilität gegenüber Kundenabrufen und -wünschen	ja	ja	ja	ja
Know-how in der Konstruktion von Montagevorrichtungen von Handarbeitsplätzen (nicht vollautomatisch) inkl. der Fertigung, des Aufbaus und der Programmierung davon	ja	ja	ja	ja
Erfahrung mit hochautomatisierten Anlagen (Robotertechnik, Schraubtechnik) in der Fertigung und Assemblage von Produkten	ja	nein	nein	ja
Durch langjährige Produkterfahrung geringe Taktzeiten in der Fertigung von Klimabauteilen	ja	ja	nein	ja
Prüfstandsbau für CNG-Komponenten	ja	ja	nein	ja
Prüfstandsbau für Kompressoren im Schwingsitzbereich	ja	ja	nein	ja
Additive Fertigung (3D-Druck)	ja	nein	nein	ja
Kundenfokus (Beziehung, Nähe, Kommunikation zum Kunden)	ja	ja	nein	ja
Thermodynamische Simulationen	ja	nein	nein	ja
Agilität in der kundenspezifischen Produktentwicklung (alle Funktionsbereiche an einem Standort)	ja	ja	ja	ja
Know-how im Bereich der Druckregler-Entwicklung (exkl. Proportionalventil) für CNG-Komponenten in der Automobilanwendung	ja	nein	ja	ja
Know-how im Bereich von Kompressoren für Schwingsitze	ja	ja	nein	ja
Know-how im Bereich von Klimaventilen für Automobilanwendungen	ja	nein	nein	ja
Know-how im Bereich von Expansionsventilen im Klimakreislauf von Automobilen	ja	nein	nein	ja
Konstruktions-Know-how	ja	nein	nein	ja
Validierungs-Know-how in allen Produktbereichen, bezogen auf Prototypen	ja	nein	nein	ja
Know-how in der Dichtungsauslegung für CNG-Komponenten in der Automobilanwendung	ja	ja	nein	ja

Know-how in der Dichtungsauslegung für Kompressoren im Schwingsitzbereich	ja	ja	nein	ja
Know-how in der Dichtungsauslegung für LNG-Komponenten	ja	ja	ja	ja
Abteilungsübergreifende Zusammenarbeit in der Produktentwicklung	ja	nein	ja	ja
Technische Empathie (Einfühlungsvermögen gegenüber der Technik und vor allem gegenüber dem Kunden und dessen Bedürfnissen)	ja	ja	ja	ja

Tab. 30: Kompetenzanalyse für Produkt- und Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung.

Im Zuge des Workshops konnten 25 essenzielle Kompetenzen für eine Beurteilung der internen Technologiebereitschaft identifiziert werden. Nachdem diese Kompetenzen hinsichtlich des VRIO-Schemas untersucht wurden, stellte sich heraus, dass 7 davon Kernkompetenzen sind und diese somit eine besondere Bedeutung für die Unternehmung aufweisen. Basierend auf den Ergebnissen der Kompetenzanalyse wurde im Nachgang untersucht, ob die Firma VENTREX Automotive GmbH über ausreichend Kompetenzen verfügt, um die Wasserstoffversorgungstechnologie entsprechend zu adaptieren. Die Ergebnisse der Diskussionen innerhalb des Workshops zeigten, dass zwar grundsätzlich die Kompetenz bezüglich der Druckregelung in einem System gegeben ist, gerade aber in einem Druckbereich von bis zu 700 bar die nötige Erfahrung fehlt. Sowohl das fehlende Know-how in Bezug auf die Dichtungstechnik als auch die fehlende Erfahrung mit dem Medium Wasserstoff wurden hier hervorgehoben. Als Defizit wurden auch die fehlende Erfahrung und die benötigten Ressourcen bezüglich der Prüfstande gesehen. Dennoch verfügt die Unternehmung bereits über Kompetenzen, welche bei einer potenziellen Technologieadaption von Vorteil wären. So verfügt die Firma VENTREX Automotive GmbH mittlerweile über ein ausgeprägtes Systemverständnis im Bereich der Wasserstoffversorgungstechnologie und kann aufgrund ihrer Kontakte innerhalb ihres Netzwerks, aber auch zu OEM's eine entsprechende vorteilhafte Position einnehmen. Letztendlich waren sich die Workshop-Teilnehmer einig, dass die benötigten Kompetenzen zwar ansatzweise vorhanden, für eine vollständige Technologiebeherrschung aber noch zu gering sind. Daher wurde auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 17 das Bewertungskriterium mit einem Wert von 5 bewertet.

9.1.9 Netzwerkanalyse

Bei der Durchführung der Netzwerkanalyse wurde sich an das Vorgehen aus Unterkapitel 6.2.4 gehalten. Gemeinsam mit dem Abteilungsleiter der Produktentwicklung wurde eine Mind-Map erstellt, in der die relevanten Akteure für eine potenzielle Technologieadaption abgebildet wurden. Neben den Akteuren befindet sich in dieser Grafik auch der Input, den die entsprechenden Stellen liefern könnten. So sieht die Firma VENTREX Automotive GmbH beispielsweise das OEM-Netzwerk (VW, Audi, Daimler und BMW) als sehr hilfreich hinsichtlich möglicher Erprobungen und Kontakte und in weiterer Folge für einen Informationsaustausch. Das Ergebnis in Form einer Mind-Map ist in Abb. 39 grafisch dargestellt.

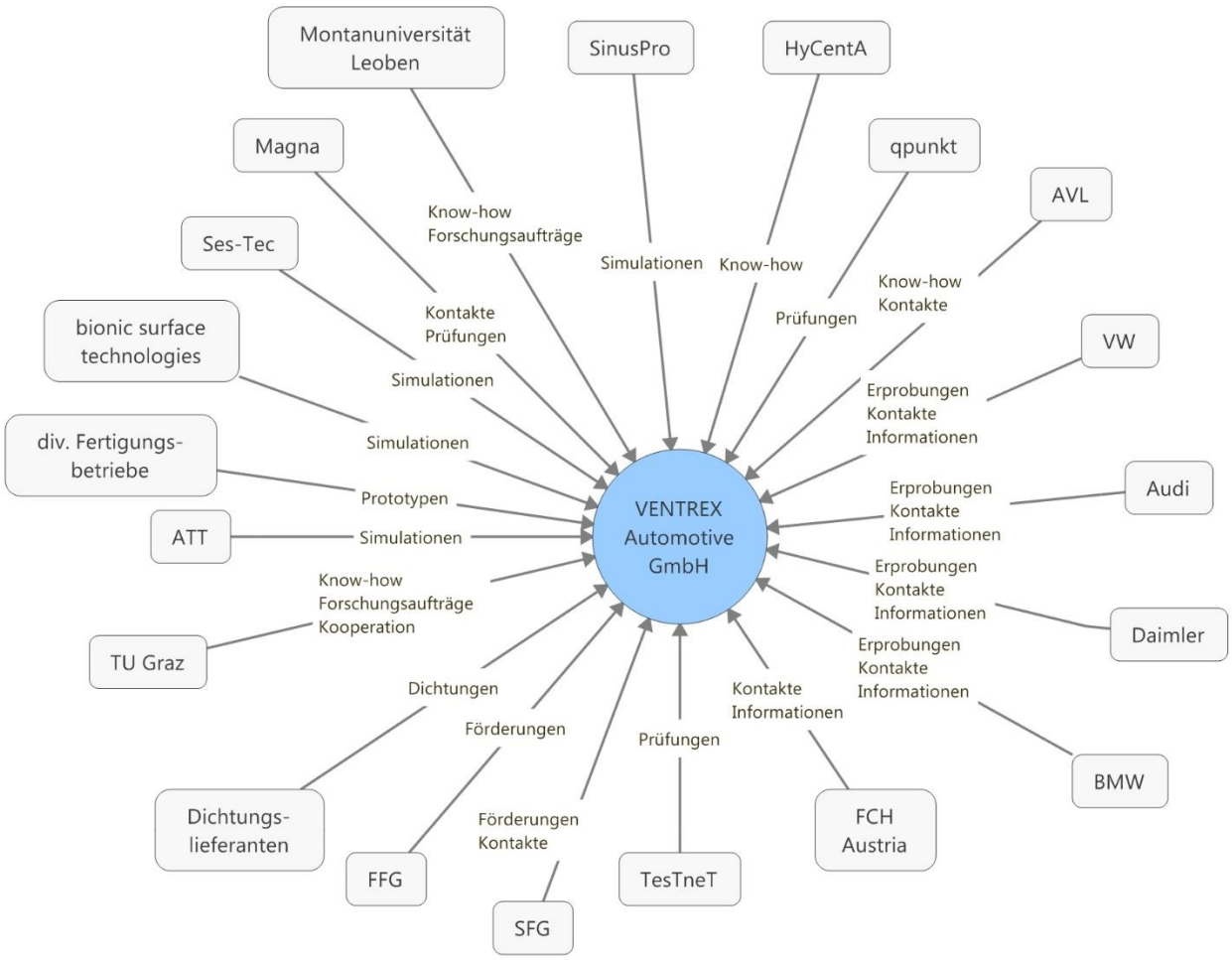


Abb. 39: Netzwerkanalyse der Firma VENTREX Automotive GmbH,
Quelle: Eigene Darstellung.

Auf Basis der oben dargestellten Mind-Map wurde im nächsten Schritt beurteilt, ob die vorhandenen Akteure ausreichend sind bzw. unterstützend bei einem möglichen Entwicklungsprojekt sein könnten. Der Abteilungsleiter der Produktentwicklung stufte das identifizierte Netzwerk als ausreichend ein, um eine mögliche Adaption einer Wasserstoffversorgungstechnologie in Angriff nehmen zu können. Das Bewertungskriterium Möglichkeit, Kooperationen einzugehen wurde deshalb, mit der zugrunde liegenden Quantifizierung aus Tab. 16, mit einem Wert von 10 bewertet.

9.1.10 Kriterienliste Technologieattraktivität

Durch die Anwendung der Werkzeuge aus der Säule der Technologieattraktivität (s. Unterkapitel 9.1.1 bis 9.1.5) kann nun die Technologieattraktivität der Wasserstoffversorgungstechnologie festgestellt werden. Dazu wurde die Vorlage aus Unterkapitel 11.3 mit den entsprechenden Bewertungskriterien aus Tab. 16 und den unternehmensspezifischen Gewichtungen aus Tab. 14 befüllt. Anschließend wurden die Bewertungskriterien entsprechend den Ergebnissen aus den einzelnen Werkzeugen bewertet. Das Ergebnis dieser Kriterienliste (s.Tab. 31) entspricht dabei dem Bewertungsfaktor der Technologieattraktivität für die Wasserstoffversorgungstechnologie.

Bewertungskriterien für Technologieattraktivität	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie 10 … Sehr hohes Weiterentwicklungspotenzial (Schrittmachertechnologie) 5 … Mittleres Weiterentwicklungspotenzial (Schlüsseltechnologie) 1 … Kein Weiterentwicklungspozential gegeben (Basistechnologie)	Technologielebenszyklus-Analyse	24%	1
Leistungsfähigkeit der Technologie (im Vergleich zu alternativen Technologien) 10 … Sehr hohe Leistungsfähigkeit 5 … Mittlere Leistungsfähigkeit 1 … Geringe Leistungsfähigkeit	Technologielebenszyklus-Analyse	19%	1
Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie 10 … Die Technologie ist frei am Markt verfügbar 5 … Die Technologie ist geschützt, kann aber über Lizenen bezogen werden 1 … Die Technologie ist geschützt und kann nicht erworben werden	Patentrecherche	9%	10
Reifegrad der Technologie 10 … TRL: 5, 6 5 … TRL: 4, 7 1 … TRL: 1, 2, 3, 8, 9	Technology Readiness Level	29%	1
Förderwürdigkeit der Technologie 10 … Die Technologie lässt sich zu einem großen Teil fördern 5 … Die Technologie kann gefördert werden 1 … Die Technologie lässt sich nicht fördern	Förderwürdigkeit	5%	5
Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends? 10 … Die Technologie unterstützt bei der Bearbeitung von vielen unternehmensrelevanten Technologietrends (Trendsumme ≥ 20) 5 … Die Technologie unterstützt bei der Bearbeitung von mehreren unternehmensrelevanten Technologietrends (5 < Trendsumme < 20) 1 … Die Technologie unterstützt nicht/wenig bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Technologietrends (0 ≥ Trendsumme ≤ 5)	Trendanalyse	14%	10
Bewertungsfaktor Technologieattraktivität		**3,27**	

Tab. 31: Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität der Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung.

Aus Sicht der Firma VENTREX Automotive GmbH erreicht die Wasserstoffversorgungstechnologie zum heutigen Tag einen Bewertungsfaktor der Technologieattraktivität von 3,27. Dieser Wert entspricht zugleich der Position der Produkttechnologie auf der Ordinate des Technologieportfolios.

9.1.11 Kriterienliste interne Technologiebereitschaft

Ebenso der Festlegung der Technologieattraktivität geht es auch bei dieser Kriterienliste darum, auf Basis der angewandten Werkzeuge bzw. Einschätzungen durch Experten eine Bewertung durchzuführen. Analog dazu wurde an dieser Stelle aber auf die Ergebnisse der Werkzeuge aus der Säule der internen Technologiebereitschaft (s. Unterkapitel 9.1.6 bis 9.1.9) Bezug genommen. Als Hilfestellung wurde dazu die Vorlage als Unterkapitel 11.4 verwendet und entsprechend mit den Bewertungskriterien aus Tab. 17 und den unternehmensspezifischen Gewichtungen aus Tab. 15 befüllt. Das Ergebnis dieser Kriterienliste spiegelt dabei den Bewertungsfaktor der internen Technologiebereitschaft für die Wasserstoff-versorgungstechnologie wider.

Nicht alle Bewertungskriterien aus dieser Kriterienliste können mithilfe der Ergebnisse aus den angewandten Werkzeugen bewertet werden. So müssen beispielsweise die Bewertungskriterien Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien und Anwendbarkeit in konkreten Produkten durch eine qualitative Einschätzung von Experten bewertet werden. Folgend werden die Gedankengänge der Unternehmensexperten bei ihrer Bewertung dieser zwei Kriterien wiedergegeben.

- Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien
  Der Abstand der Wasserstoffversorgungstechnologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien wurde von den Unternehmensexperten, vertreten durch den Abteilungsleiter der Produktentwicklung, den für alternative Antriebstechnologien zuständigen Business Development Manager und den hauptverantwortlichen Konstrukteur der Unternehmung, als gering eingestuft. Begründet wurde dies damit, dass die Firma VENTREX Automotive GmbH bereits mehrere Jahre Erfahrung mit der Erdgasversorgungstechnologie aufweisen kann. Obwohl die Anforderungen natürlich nicht 1:1 vergleichbar sind, sind die Grundfunktionen weitestgehend ident. Auch bei den Komponenten an sich gibt es viele Synergien. So werden in beiden Systemen Tankventile, Druckregler und auch Proportionalventile verwendet. Dies alles sind Produkte, welche die Firma VENTREX Automotive GmbH erfolgreich entwickelt und auch in Serie gebracht hat. Aus diesen Gründen waren sich die Experten einig, das Bewertungskriterium Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Produkten auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 17 mit einem Wert von 10 zu bewerten.
- Anwendbarkeit in konkreten Produkten
  Das Bewertungskriterium Anwendbarkeit in konkreten Produkten wurde durch dieselben Unternehmensexperten bewertet wie das Bewertungskriterium Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Wasserstoffversorgungstechnologie an sich nicht in Produkte der Firma VENTREX Automotive GmbH einfließen kann. Vielmehr können Produkte der Unternehmung innerhalb dieses Technologieverbunds verwendet werden. Anstatt zu beurteilen, ob die Technologie in Produkten angewandt werden kann, wird beurteilt, ob Produkte für eine Technologieanwendung zur Verfügung stehen. Auch hier waren sich die Unternehmensexperten einig. Trotz der Tatsache, dass die Firma VENTREX Automotive GmbH mit ihren Produkten grundsätzlich die geforderten Funktionen abbilden kann, wird eine Anwendung im Bereich von Wasserstoff aus heutiger Sicht nicht als realistisch eingestuft. Dies begründet sich vor allem darauf, dass der Einsatzbereich heutiger Produkte ausschließlich im Medium Erdgas liegt. Weiters besitzen die Produkte keine Zertifizierungen für den geforderten Einsatzbereich. Auch die Ergebnisse aus der Ressourcen- und Kompetenzanalyse (s. Unterkapitel 9.1.7 bzw. 9.1.8) sprechen gegen eine sofortige Anwendung im Technologieverbund. Aufgrund dessen schätzte der Abteilungsleiter der Produktentwicklung eine Anwendung in der Wasserstoffversorgungstechnologie frühestens in drei bis fünf Jahren als realistisch ein. Das Bewertungskriterium Anwendbarkeit in konkreten Produkten wurde durch die zugrunde gelegte Quantifizierung aus Tab. 17 mit einem Wert von 5 quantifiziert.

Das abschließende Ergebnis der Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft ist in Tab. 32 dargestellt. In Summe erzielte die Wasserstoffversorgungstechnologie einen Bewertungsfaktor für die interne Technologiebereitschaft von 7,65. Dieser Wert entspricht der Vorgabe für die Positionierung der Produkttechnologie auf der Abszisse des Technologieportfolios.

Da nun sowohl die Ergebnisse aus der Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität als auch die Ergebnisse aus der Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft vorliegen, kann im nächsten Schritt das Technologieportfolio erstellt werden.

Bewertungskriterien für interne Technologiebereitschaft	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien 10 … Verwandte Technologien werden bereits in Serie eingesetzt 5 … Es existiert Erfahrung mit verwandten Technologien 1 … Komplett neue Technologie ohne Technologieverwandschaft	Qualitative Einschätzung durch Experten	19%	10
Strategiekonformität 10 … Die Technologie findet sich in der Unternehmensstrategie wieder 5 … Die Technologie passt zur Unternehmensstrategie 1 … Die Technologie widerspricht der Unternehmensstrategie	Einschätzung durch Experten + Gartner Hype Cycle	28%	10
Anwendbarkeit in konkreten Produkten 10 … Die Technologie kann in heutigen Produkten verwendet werden 5 … Die Technologie kann erst in den nächsten 5 Jahren konkret in Produkten verwendet werden 1 … Die Technologie kann erst in den nächsten 10 Jahren konkret in Produkten verwendet werden	Qualitative Einschätzung durch Experten	24%	5
Kompetenzen 10 … Ausreichende Kompetenzen zur Technologiebeherrschung vorhanden 5 … Kompetenzen sind ansatzweise vorhanden 1 … Keine Kompetenzen vorhanden	Kompetenzanalyse	14%	5
Verfügbarkeit von Ressourcen 10 … Ausreichend Ressourcen zur Technologiebeherrschung vorhanden 5 … Ressourcen vorhanden, aber nicht verfügbar 1 … Keine ausreichenden Ressourcen verfügbar - müssen erst aufgebaut werden	Ressourcenanalyse	5%	1
Möglichkeit, Kooperationen einzugehen 10 … Kooperationen bestehen bereits heute bzw. werden nicht benötigt 5 … Kooperationen können einfach eingegangen werden 1 … Keine Möglichkeit, Kooperationen einzugehen	Netzwerkanalyse	10%	10
Bewertungsfaktor interne Technologiebereitschaft		**7,65**	

Tab. 32: Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft der Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung.

9.1.12 Technologieportfolio

Das letzte Modul des Vorgehensmodells beschäftigt sich damit, die Ergebnisse aus den bisher angewandten Werkzeugen zu kondensieren und so in einer Abbildung plakativ darzustellen, wie mit der untersuchten Produkttechnologie umzugehen ist. Dazu wurden der Bewertungsfaktor Technologieattraktivität mit einem Wert von 3,27 auf der Ordinate und der Bewertungsfaktor interne Technologiebereitschaft mit einem 7,65 auf der Abszisse aufgetragen. Aufgrund der grafischen Darstellung in Abb. 40 lässt sich erkennen, dass sich die Wasserstoffversorgungstechnologie aus heutiger Perspektive in einem Feld mit der strategischen Stoßrichtung „Selektieren“ befindet. Die Abbildung lässt auch erkennen, dass die absolute Positionierung der Wasserstofftechnologie innerhalb des Technologieportfolios sehr nahe an der Grenze zu einem „Go“-Feld befindet und vor allem die interne Technologiebereitschaft für eine Technologieadaption spricht. Nichtsdestotrotz ist der Wert der Technologieattraktivität unter 3,33 und somit unter der festgelegten Grenze für eine Vorrückung in ein „Go“-Feld. Eine genaue Interpretation dieses Ergebnisses und eine darauf aufbauende Handlungsempfehlung werden im nachfolgenden Unterkapitel gegeben.

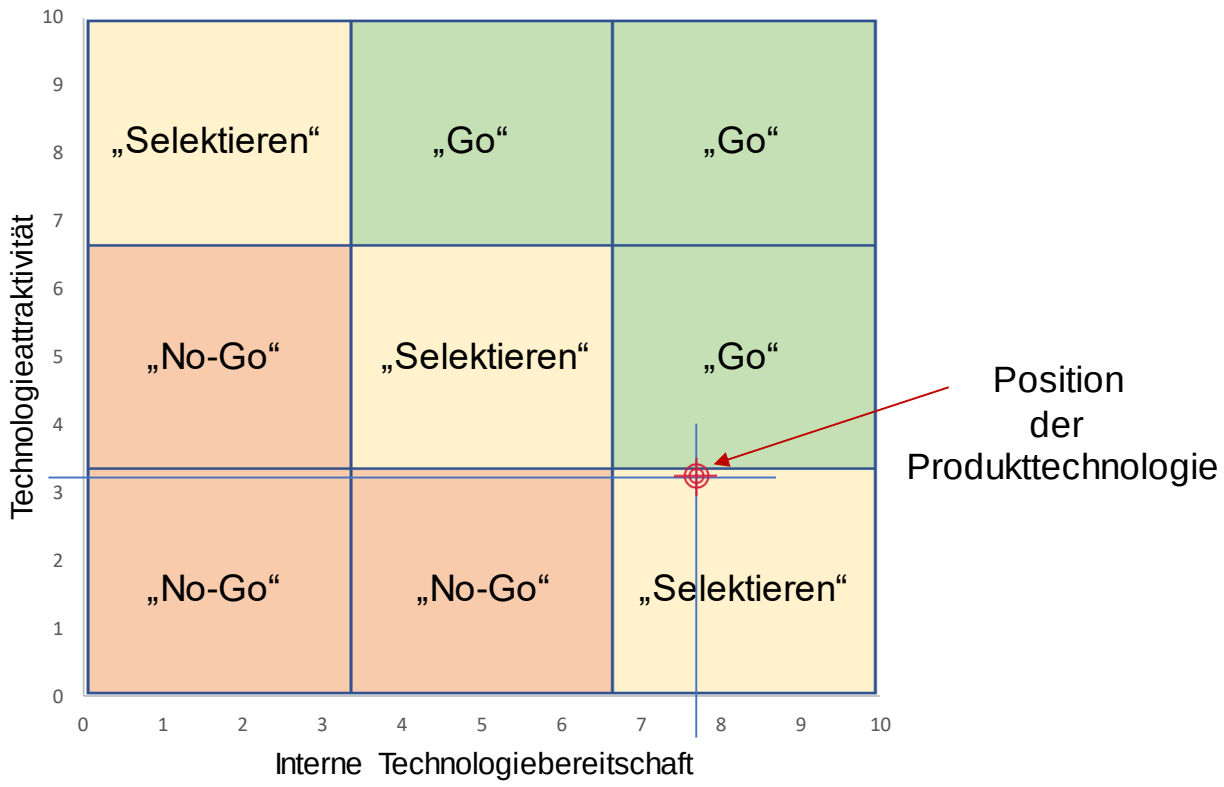


Abb. 40: Technologieportfolio der Produkttechnologie Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung.

9.1.13 Handlungsempfehlung für die Produkttechnologie Wasserstoff-versorgungstechnologie

Durch die Anwendung der einzelnen Module aus dem unternehmensspezifischen Vorgehensmodell konnte eine technologische Beurteilung der Wasserstoffversorgungstechnologie durchgeführt werden. Dazu wurde zum einen die Technologieattraktivität als unternehmensexterne Perspektive und zum anderen die interne Technologiebereitschaft als unternehmensinterne Perspektive untersucht. Die aus den Modulen gewonnenen Erkenntnisse wurden anschließend anhand vordefinierter Kriterienlisten bewertet, wodurch letztendlich auf Basis der Ergebnisse aus den Bewertungen ein Technologieportfolio erstellt werden konnte. Dieses Technologieportfolio ist als 9-Felder-Matrix zu verstehen, in der drei grobe Normstrategien abgelesen werden können. Die empfohlene Normstrategie im Falle der untersuchten Wasserstoffversorgungstechnologie lautet „Selektieren“. Da dies eine pauschale Aussage über den weiteren Umgang mit der Produkttechnologie erschwert, empfiehlt der Autor dieser Masterarbeit aufgrund der folgenden drei Punkte eine nachfolgende detaillierte wirtschaftliche und marktorientierte Betrachtung der Wasserstoffversorgungstechnologie:

1) Der Grund, wieso sich die Wasserstoffversorgungstechnologie nicht in einem der drei „Go“-Felder befindet, ist hauptsächlich die wenig ausgeprägte Technologieattraktivität. Betrachtet man die Ergebnisse der Kriterienliste aus Tab. 31, so fällt auf, dass vor allem der fortgeschrittene Technologiereifegrad, aber auch der fortgeschrittene Technologielebenszyklus dafür verantwortlich sind. Dadurch wurden die am meisten gewichteten Bewertungskriterien mit der niedrigsten Bewertung versehen, was aus technologischer Sichtweise und auf Basis der definierten

Quantifizierung aus Tab. 16 auch absolut nachvollziehbar ist. Weist die Unternehmung, wie im Falle der Firma VENTREX Automotive GmbH, aber eine derart hohe interne Technologiebereitschaft auf, so muss eine mögliche Technologieadaption auch unter kommerziellen Aspekten bewertet werden. Denn auch für bereits fortgeschrittenere Produkttechnologien können durchaus attraktive Märkte mit vielversprechenden Absatz- und Umsatzzahlen entstehen.

2) Das Thema der Brennstoffzelle wird nicht nur medial immer präsenter, sondern auch politisch immer weiter vorangetrieben. Durch eine Verschärfung der Abgasnormen durch die Legislative werden die OEM's dazu gezwungen, sich mit alternativen Antrieben auseinanderzusetzen und entsprechende nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Auch die derzeitigen und zukünftigen Trends (s. Abb. 34) weisen darauf hin, dass den alternativen Antrieben mit hoher Wahrscheinlichkeit die Zukunft in der Automobilindustrie gehört. Ebenso sind die Anwendungsmöglichkeiten der Brennstoffzelle zur Erzeugung von Strom aus Wasserstoff nicht nur auf den Automobilbereich beschränkt. Mit einem Einstieg in die Wasserstoffversorgungstechnologie könnten sich so eventuell komplett neue Märkte für die Firma VENTREX Automotive GmbH ergeben.

3) Der „Solution Developer für die Mobilität der Zukunft“ und erster Ansprechpartner für Ventiltechnik im Automobilzulieferbereich zu sein, ist nicht nur eine Vision der Firma VENTREX Automotive GmbH, sondern auch fest in deren Unternehmensstrategie verankert. Der Bereich der alternativen Antriebe, im Speziellen durch eine Brennstoffzelle mit einer entsprechenden Wasserstoff-versorgungstechnologie, schlägt also voll in diese Kerbe. Sich mit alternativen Antrieben und insbesondere mit deren Peripherie bezüglich Ventiltechnik zu beschäftigen, leistet als Funktionalstrategie einen wesentlichen Beitrag zur gesamten Unternehmensstrategie.

Aufgrund der drei oben angeführten Argumente empfiehlt der Autor dieser Masterarbeit trotz der geringen Technologieattraktivität und trotz des Wissens, dass sowohl Ressourcen als auch Kompetenzen erst aufgebaut werden müssen, im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung eine nachfolgende wirtschaftliche und marktorientierte Bewertung der möglichen Potenziale der Wasserstoffversorgungstechnologie. So kann es gut möglich sein, dass die Technologieattraktivität durch eine kommerzielle Betrachtung deutlich erhöht wird und sich in Summe so ein attraktiver und vielversprechender Business Case für die Firma VENTREX Automotive GmbH generieren lässt.

9.2 Anwendung des Vorgehensmodells an der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen

Neben der bereits untersuchten Wasserstoffversorgungstechnologie in Form einer Produkttechnologie soll in den folgenden Unterkapiteln eine Prozesstechnologie technologisch beurteilt werden. Die Firma VENTREX Automotive GmbH hat sich dafür entschieden, die Technologie Kunststoff-Drehen näher zu betrachten und in das entwickelte unternehmensspezifische Vorgehensmodell aus Abb. 29 einzuschleusen. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass, wenn in dieser Masterarbeit von Kunststoff-Drehen gesprochen wird, immer Kunststoff-Drehen in Form einer rechnergestützten numerischen Steuerung (Computerized Numerical Control, CNC) und nicht in konventioneller Art und Weise gemeint ist. Abb. 41 zeigt exemplarisch eine CNC-Kunststoff-Drehmaschine.

Abb. 41: CNC-Kunststoff-Drehmaschine DMH 600TCM,
Quelle: DMH Dichtungs- und Maschinenhandel GmbH (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [05.11.2019].

Im Kapitel 9 wurde bereits beschrieben, warum die Technologie Kunststoff-Drehen für die Firma VENTREX Automotive GmbH schon heute von Relevanz ist und vor allem in Zukunft immer interessanter werden könnte. Vor allem die Möglichkeit, schnell und flexibel Prototypen und eventuell auch Serienteile aus Kunststoff intern fertigen zu können, spricht in der heutigen schnelllebigen Entwicklungszeit dafür, sich als produzierendes Unternehmen in der Automobilzulieferindustrie eine solche Prozesstechnologie ins Haus zu holen.

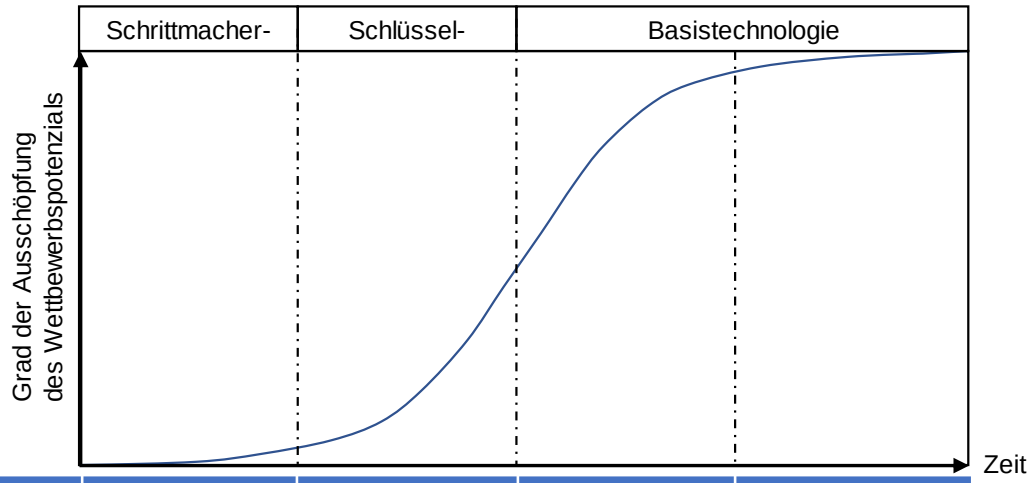
Die Fragestellung, ob die Technologie Kunststoff-Drehen adaptiert werden soll oder nicht, schwebt schon länger in der Unternehmung. Bisher hat es aber keine auf Fakten basierende Betrachtung der Thematik gegeben. Es gibt viele Stimmen innerhalb der Firma VENTREX Automotive GmbH, die sich sofort für einen entsprechenden Schritt der Technologieadaption aussprechen, aber natürlich auch Personen, die dem Ganzen kritisch gegenüberstehen. Durch die Anwendung dieses Vorgehensmodells und die Beurteilung dieser Prozesstechnologie sollen am Ende des Tages fundierte Informationen vorliegen, wodurch mehr Klarheit in den Prozess der Entscheidungsfindung gebracht wird und so die entsprechenden Entscheidungsträger unterstützt werden.

Folgend werden nun alle Modelle aus dem unternehmensspezifischen Vorgehensmodell für Prozesstechnologien aus Abb. 29 systematisch angewandt, um auf Basis dessen eine Einteilung der Technologie Kunststoff-Drehen im Technologieportfolio vornehmen und so letztendlich eine konkrete Handlungsempfehlung für den weiteren Umgang mit der Prozesstechnologie geben zu können. Ebenso wie bei der Wasserstoffversorgungstechnologie kann auch hier wieder auf alle relevanten und zur Anwendung des Vorgehensmodells benötigten Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH zugegriffen werden.

9.2.1 Technologielebenszyklus-Analyse

Zur Durchführung der Technologielebenszyklus-Analyse wird sich wieder mit zwei Hilfswerkzeugen beholfen. Zum einen mit dem Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little zur Feststellung des Wettbewerbs- bzw. in weiterer Folge des Weiterentwicklungspotenzials und zum anderen mit der Technologie-S-Kurve von McKinsey zur Bestimmung der Technologieleistungsfähigkeit. Die Ergebnisse aus beiden Hilfswerkzeugen werden dann letztendlich in der Technologielebenszyklus-Analyse vereint und kondensiert. Auf Basis dessen können dann das Weiterentwicklungspotenzial und die Leistungsfähigkeit der Technologie Kunststoff-Drehen im Vergleich zu ähnlichen Prozesstechnologien bewertet werden. Um oben beschriebenes Vorgehen durchzuführen, wurde in der Firma VENTREX Automotive GmbH ein Workshop (s. Unterkapitel 11.5.9) mit den relevanten Personen durchgeführt.

Zur Einstufung der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen entlang des Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little wurde die Vorlage aus Unterkapitel 11.1.1 verwendet. Im Verlauf des Workshops wurden dabei die einzelnen Indikatoren diskutiert und auf Basis der Einschätzung der Workshop-Teilnehmer eine Einstufung entsprechend den Ausprägungen vorgenommen. In Abb. 42 befindet sich das Ergebnis der Werkzeuganwendung. Die Unsicherheit über die technische Leistungsfähigkeit der Prozesstechnologie wurde aufgrund der bereits lange bestehenden Technologie als sehr niedrig eingeschätzt. Es gibt heutzutage so gut wie keine Unsicherheiten mehr bezüglich der technischen Leistungsfähigkeit des Kunststoffs-Drehens. Ebenso stufte die Firma VENTREX Automotive GmbH die möglichen Investitionen in eine Technologieentwicklung als eher gering bzw. niedrig ein. Dies wurde damit begründet, dass die Firma die Investitionen vor allem hinsichtlich Optimierungsmaßnahmen sieht und diese als gering einstuft. Die Breite der potenziellen Einsatzgebiete wurde aufgrund der aufkommenden generativen Fertigung als abnehmend eingestuft. Dennoch waren sich die Workshop-Teilnehmer einig, dass die generative Fertigung und die spanende Fertigung in Zukunft in Symbiose auftreten werden und nicht eine Technologie die andere komplett verdrängen bzw. substituieren wird. Die noch folgenden Entwicklungsanforderungen wurden als kostenorientiert eingestuft. Es wird dabei davon ausgegangen, dass das Ziel von Maschinenherstellern jenes ist, die Technologie und letztendlich die Maschine durch Optimierungsmaßnahmen so kostengünstig wie möglich anbieten zu können. Als Zugangsbarriere wurde aufgrund der freien Verfügbarkeit vor allem das Know-how im Umgang mit dieser Prozesstechnologie gesehen. Die Verfügbarkeit als letzter Indikator der Technologielebenszyklus-Analyse nach Arthur D. Little wurde als hoch eingestuft. Es gibt eine Vielzahl an Anbietern, welche verschiedenste Maschinen zum Drehen von Kunststoff anbieten.



Indikator	Entstehung	Wachstum	Reife	Alter
Unsicherheit über technische Leistungsfähigkeit	hoch	mittel	niedrig	**sehr niedrig**
Investitionen in Technologie-entwicklung	niedrig	maximal	**niedrig**	vernachlässig-bar
Breite der potenziellen Einsatzgebiete	unbekannt	groß	etabliert	**abnehmend**
Typ der Entwicklungs-anforderung	wissen-schaftlich	anwendungs-orientiert	anwendungs-orientiert	**kostenorientiert**
Zugangsbarrieren	wissen-schaftliche Fähigkeiten	Personal	Lizenzen	**Know-how**
Verfügbarkeit	sehr beschränkt	Re-strukturierung	marktorientiert	**hoch**

Abb. 42: Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little für die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

Zusammenfassend lässt sich durch die durchgeführte Analyse und vor allem durch das Ausprägungsmuster aus Abb. 42 erkennen, dass es sich bei der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen für die Firma VENTREX Automotive GmbH eindeutig um eine Basistechnologie handelt.

Im nächsten Schritt geht es darum, die Leistungsfähigkeit der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen mit alternativen, vergleichbaren Prozesstechnologien zu vergleichen. Als einzige vergleichbare Prozesstechnologie kommt für die Firma VENTREX Automotive GmbH dabei die generative Fertigung durch selektives Lasersintern (SLS) in Frage. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Technologie im Vergleich zu alternativen Technologien wird also die Leistungsfähigkeit des Kunststoff-Drehens mit der Leistungsfähigkeit des SLS-3D-Drucks in Relation gesetzt.

Wie in Abb. 43 ersichtlich, wurde die verbleibende Leistungsfähigkeit der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen als sehr gering eingeschätzt. In weiterer Folge bedeutet dies, dass die Firma VENTREX Automotive GmbH das verbleibende technische Potenzial dieser Prozesstechnologie als niedrig einstuft. Die Überlegungen hinsichtlich Einstufung entlang der Technologie-S-Kurve gehen mit den Überlegungen der Leistungsfähigkeit aus dem Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little d'accord. Es werden nur mehr Optimierungspotenziale in Bezug auf Kosten in der Anschaffung, Taktzeiten und Verarbeitungsmöglichkeiten gesehen. Große Sprünge werden von dieser Prozesstechnologie aber nicht mehr erwartet. Summa summarum wurde die Prozesstechnologie eindeutig als Basistechnologie eingestuft. Neben der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen wurde aber noch eine weitere Prozesstechnologie eingestuft. Im SLS-3D-Druck sieht die Firma VENTREX Automotive GmbH noch ein deutliches Potenzial hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, und zwar hauptsächlich in den Bereichen Fertigungsgenauigkeit, Bearbeitungszeit und Rüstzeit, aber auch in Bezug auf die verarbeitbaren Materialien und deren thermische sowie mechanische Eigenschaften. Aufgrund der erwarteten verbleibenden Leistungsfähigkeit stufte die Unternehmung diese Prozesstechnologie SLS-3D-Druck als Schlüsseltechnologie ein.

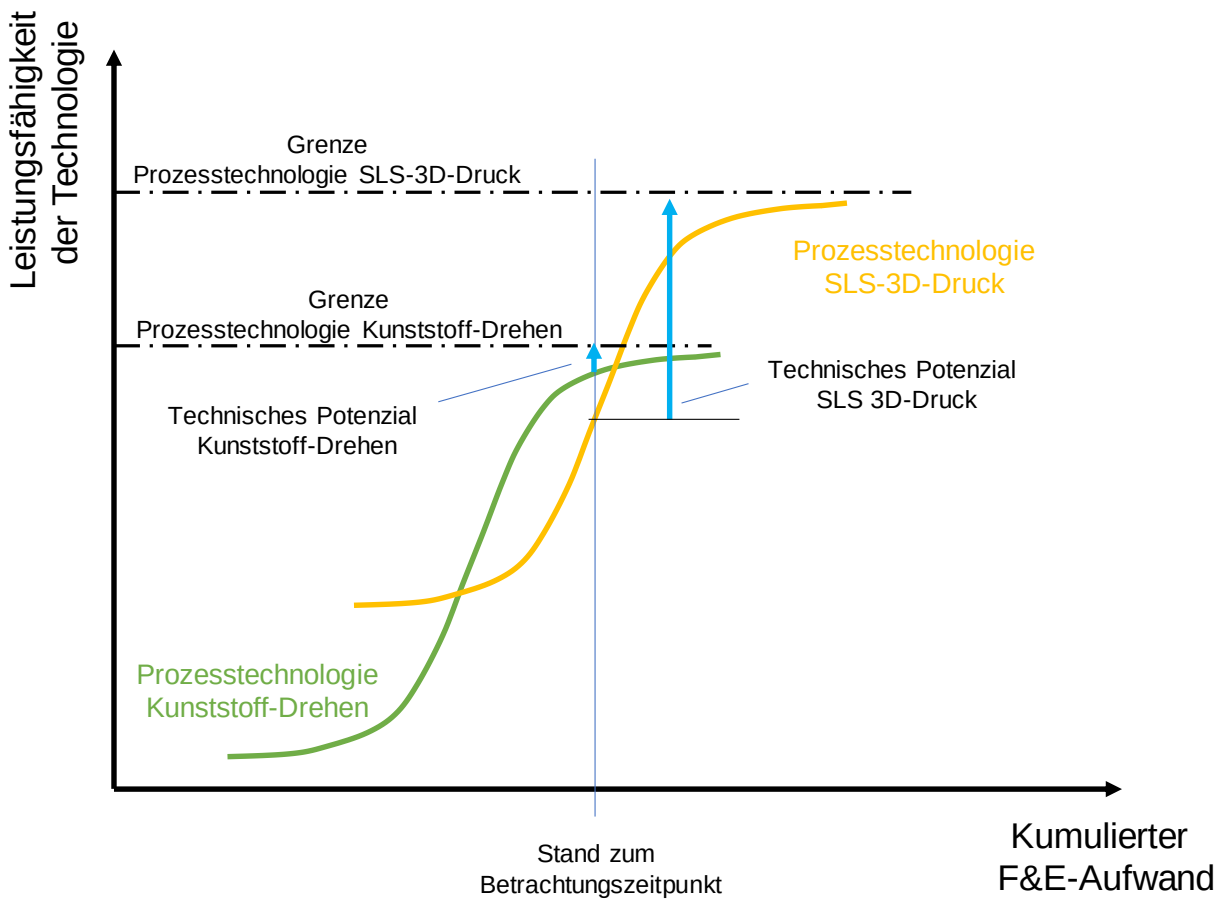


Abb. 43: Technologie-S-Kurve der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen,
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Möhrle/Specht (2018), Onlinequelle [02.11.2019].

Die bisherige Vorarbeit resultiert darin, dass die Erkenntnisse aus dem Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little und der Technologie-S-Kurve nach McKinsey in die Technologielebenszyklus-Analyse übertragen werden können. Dazu wurde die Vorlage aus Unterkapitel 11.1.2 verwendet und die Informationen und Erkenntnisse entsprechend eingefasst. Abb. 44 zeigt das Ergebnis grafisch dargestellt.

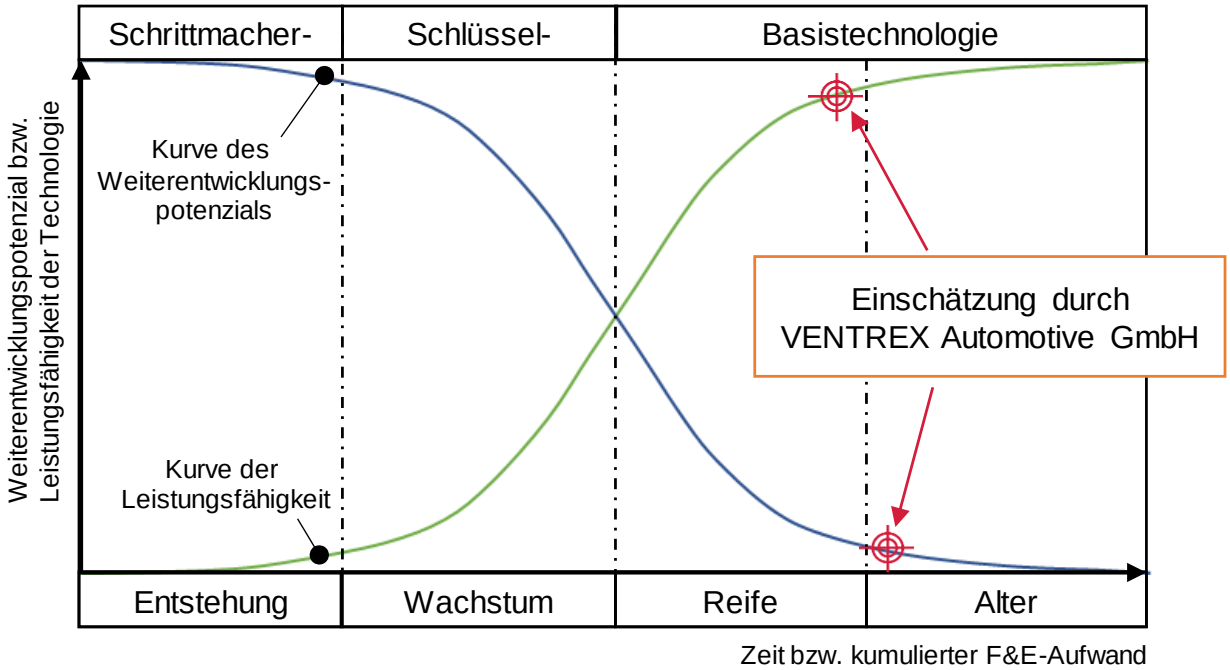


Abb. 44: Technologielebenszyklus-Analyse der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen,
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

Die Einstufung innerhalb der Technologielebenszyklus-Analyse lässt erkennen, dass sich die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen aus Sicht der Unternehmung sowohl auf der Kurve des Weiterentwicklungspotenzials als auch auf der Kurve der Leistungsfähigkeit im Bereich einer Basistechnologie wiederfindet. Auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 20 sind beide Bewertungskriterien, das Weiterentwicklungspotenzial der Technologie und die Leistungsfähigkeit der Technologie, mit einem Wert von 1 zu bewerten.

9.2.2 Technology Readiness Level

Der Technology Readiness Level der Prozesstechnologie wurde gemeinsam mit dem Produktionsleiter der Firma VENTREX Automotive GmbH bestimmt. Um eine systematische Vorgehensweise sicherzustellen, wurde dazu die Vorlage aus Unterkapitel 11.1.3 verwendet.

Da die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen schon seit zig Jahren erfolgreich am Markt etabliert ist und sich dort auch bewährt hat, war der Technology Readiness Level relativ einfach zu bestimmen. Sowohl der Produktionsleiter als auch der Autor dieser Masterarbeit waren sich einig, dass die Prozesstechnologie ohne Frage einen TRL von 9 aufweist (s. Tab. 33).

TRL 1 – Nachweis der Grundprinzipien	
Auf dieser Stufe beginnt der Wechsel von Grundlagenforschung in angewandte Forschung. Als Beispiel kann an dieser Stelle die Untersuchung der Grundeigenschaften, wie z.B. die Zugfestigkeit eines neuen Materials, genannt werden.	
TRL 1 erfüllt?	**JA**

TRL 2 – Ausgearbeitetes Technologiekonzept und/oder potenzielle Anwendung formuliert	
Im Anschluss an die Beobachtung der grundlegenden physikalischen Eigenschaften folgt in Stufe zwei die Formulierung eines Technologiekonzepts mit der dazugehörigen potenziellen Anwendung. Die Anwendung ist dabei aber noch rein spekulativ, was bedeutet, dass noch keine Beweise bzw. Analysen vorliegen, welche die Vermutungen untermauern.	
TRL 2 erfüllt?	**JA**
TRL 3 – Experimentelle Bestätigung des Technologiekonzepts (Proof of Concept)	
Beim TRL 3 werden die kritischen Funktionen und Eigenschaften einer Technologie überprüft. Das im TRL 2 definierte Technologiekonzept wird durch analytische und laborgestützte Studien verifiziert.	
TRL 3 erfüllt?	**JA**
TRL 4 – Funktionsnachweis der Technologie unter Laborbedingungen	
Nach einem erfolgreichen Proof of Concept geht es beim TRL 4 darum, die einzelnen Bestandteile einer Technologie zu einer Systemlösung zu integrieren und deren Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Im Vergleich zum geplanten realen Einsatz der Lösung ist der Testaufbau dabei noch stark vereinfacht, meist auf einem Prüfstand, ausgeführt.	
TRL 4 erfüllt?	**JA**
TRL 5 – Funktionsnachweis der Technologie in simulierter, realer Umgebung	
Der TRL 5 bestätigt die Funktion der Technologie unter möglichst der Realität entsprechenden Einsatzbedingungen. Dazu werden die Komponenten der Technologie mit der Infrastruktur aus dem Umfeld verbunden. Als konkretes Beispiel kann an dieser Stelle die Überprüfung der Aerodynamik eines Fahrzeugteils in einem Windkanal genannt werden.	
TRL 5 erfüllt?	**JA**
TRL 6 – Demonstration des Prototyps unter Einsatzbedingungen	
Auf dieser Stufe werden die Prototypen unter vergleichbaren Einsatzbedingungen getestet. Werden Prototypen unmittelbar in realen Einsatzbedingungen getestet, so überspringen sie diese Stufe. Beispielsweise könnte ein Raumfahrzeug unter ähnlichen Bedingungen auf der Erdoberfläche getestet und validiert werden.	
TRL 6 erfüllt?	**JA**

TRL 7 – Demonstration des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen	
Der TRL 7 bestätigt die Funktion des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen. Es kann davon ausgegangen werden, dass es im wirklichen System zu keinen unerwarteten Überraschungen kommt.	
TRL 7 erfüllt?	**JA**
TRL 8 – Für den Einsatz qualifiziertes System	
Erreicht die Technologie einen TRL von 8, so hat sie bewiesen, dass sie in ihrer konkreten Anwendung unter realen Einsatzbedingungen funktioniert. Somit ist sie bereit für den geplanten Einsatz.	
TRL 8 erfüllt?	**JA**
TRL 9 – Im Einsatz bewährtes System	
Technologien, welche Stufe neun erreicht haben, haben sich erfolgreich im realen Einsatz bewährt. Es sind nur mehr kleine Anpassungen notwendig, um beispielsweise „Kinderkrankheiten“ zu beseitigen.	
TRL 9 erfüllt?	**JA**

Tab. 33: TRL der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen,
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011), Onlinequelle [19.08.2019].

Durch die Bestimmung des Technology Readiness Level konnte festgestellt werden, dass die zu untersuchende Prozesstechnologie ein bereits im Einsatz bewährtes System ist. Aufgrund dessen konnte das Bewertungskriterium Reifegrad der Technologie lt. Tab. 20 mit einem Wert von 10 quantifiziert werden.

9.2.3 Gartner Hype Cycle

Ähnlich dem Vorgehen aus Unterkapitel 9.1.6 musste auch an dieser Stelle zuerst festgelegt werden, in welchem der drei Bereiche die Firma VENTREX Automotive GmbH mit neuen Prozesstechnologien agiert bzw. im Falle einer Technologieadaption agieren möchte. Anders als bei den Produkttechnologien, wo ein „frontrunner“-Anspruch gestellt wird, will sich die Unternehmung bei Prozesstechnologien nur auf wirklich etablierte Technologien verlassen. Deshalb ändert sich bei Prozesstechnologien der präferierte Einstiegsbereich von B zu C. Die Firma VENTREX Automotive GmbH stuft also Prozesstechnologien, welche sich im C-Bereich befinden, am attraktivsten ein. Folgerichtig werden Prozesstechnologien im Bereich von B als weniger attraktiv und Prozesstechnologien im Bereich von A als am wenigsten attraktiv eingestuft.

Erneut wurde auf Basis der langjährigen und erfolgreichen Anwendung der Prozesstechnologie argumentiert, dass hier sicherlich von keinem Hype mehr auszugehen ist. Vielmehr hat das Kunststoff-Drehen sein Plateau hinsichtlich der Erwartungen bzw. der Aufmerksamkeit schon lange erreicht. Dies erlaubte eine Einstufung, wie sie in Abb. 45 abgebildet ist. Das Kunststoff-Drehen befindet sich also am präferierten strategischen Einstiegszeitpunkt für Prozesstechnologien der Firma VENTREX Automotive GmbH.

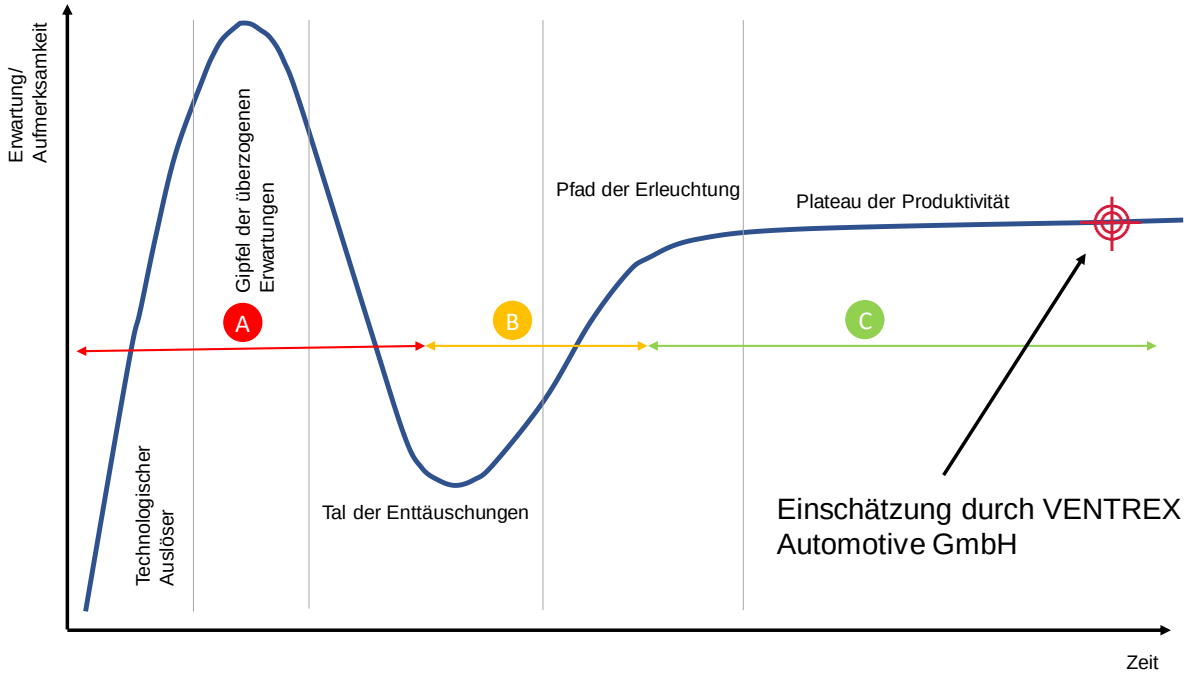


Abb. 45: Einschätzung der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen entlang des Gartner Hype Cycle, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1.

Das Ergebnis aus der Analyse des Gartner Hype Cycle steht nun unterstützend bei der Beurteilung des Bewertungskriteriums Strategiekonformität zur Verfügung. Die Firmenstrategie sieht vor, bereits verwendete, aber derzeit extern befindliche Fertigungs- und somit Prozesstechnologien ins Haus zu holen, um so letztendlich die Wertschöpfung zu erhöhen und auch flexibler auf eventuell auftretende Änderungen reagieren zu können. Eine Technologieadaption der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen würde also die Firmenstrategie widerspiegeln. Somit ist die Strategiekonformität sowohl aus Sicht des Hype Cycle als auch durch eine generelle Verankerung hinsichtlich des Wunsches, Fertigungstechnologien intern abbilden zu können, in der Firmenstrategie definitiv gegeben. Das Bewertungskriterium Strategiekonformität konnte auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 21 mit einem Wert von 10 bewertet werden.

9.2.4 Ressourcenanalyse

Da die Erfassung der Unternehmensressourcen bereits im Zuge der Beurteilung der internen Technologiebereitschaft für die Produkttechnologie erfolgt ist, wird an dieser Stelle nur mehr auf die Ergebnisse aus Tab. 29 verwiesen. Nichtsdestotrotz müssen die Ressourcen aber auch in Bezug auf die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen untersucht werden. Aufgrund des Nichtvorhandenseins von entsprechenden Fertigungsmaschinen und dafür benötigten Mitarbeitern, die im Umgang mit dieser Fertigungstechnologie versiert sind, wurden die vorhandenen Ressourcen vom Produktionsleiter als nicht ausreichend für eine Technologieadaption der Prozesstechnologie des Kunststoff-Drehens eingestuft. Das Bewertungskriterium Verfügbarkeit von Ressourcen wurde aufgrund der Quantifizierung aus Tab. 21 mit einem Wert von 1 bewertet.

9.2.5 Kompetenzanalyse

Auch bei der Kompetenzanalyse wird auf die Ergebnisse der bereits durchgeführten Kompetenzanalyse im Zuge der Untersuchung der Produkttechnologie (s. Tab. 30) Bezug genommen. Auf Basis dieser Ergebnisse stufte der Produktionsleiter die aktuell vorhandenen Kompetenzen der Firma VENTREX Automotive GmbH, bezogen auf die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, als mäßig ein. Die Unternehmung besitzt zwar die Kompetenz, metallische Werkstoffe spanend bearbeiten zu können, hat aber im Umgang mit der Bearbeitung von Kunststoff sehr wenig Erfahrung. Die einzige Erfahrung, die in diesem Bereich vorhanden ist, bezieht sich auf die Fertigung von gedrehten Kunststoffteilen in kleinen Stückzahlen im internen Prototypenbau. Bezogen auf eine mögliche Serienfertigung von Kunststoff gedrehten Bauteilen existieren aber keinerlei Kompetenzen. Der Umstand, dass die zurzeit in Serie befindlichen Bauteile aus Kunststoff verhältnismäßig komplizierte Konturen aufweisen, kommt erschwerend hinzu. Ebenso lassen die fehlenden Kompetenzen im Umgang mit den speziell benötigten Werkzeugen und ihrer entsprechenden Kühlung Defizite erkennen. Summa summarum stufte der Produktionsleiter die Kompetenzen hinsichtlich einer möglichen Technologieadaption auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 21 mit einem Wert von 1 ein.

9.2.6 Kriterienliste Technologieattraktivität

Aufgrund der erfolgreichen Anwendung der Werkzeuge aus der Säule der Technologieattraktivität (s. Unterkapitel 9.2.1 bis 9.2.2) ist die Firma VENTREX Automotive GmbH nun in der Lage, die Technologieattraktivität der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen festzustellen. Dafür wurden im ersten Schritt sowohl die benötigten Bewertungskriterien aus Tab. 20 als auch die unternehmensspezifischen Gewichtungen aus Tab. 18 in die erstellte Vorlage aus Unterkapitel 11.3 übertragen. Im Anschluss wurden auf Basis der Ergebnisse aus der Werkzeuganwendung die einzelnen Bewertungskriterien bewertet. Das Resultat dieser Kriterienliste ist in Tab. 34 dargestellt und entspricht zugleich dem Bewertungsfaktor der Technologieattraktivität für die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen.

Bewertungskriterien für Technologieattraktivität	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie 10 … Sehr hohes Weiterentwicklungspotenzial (Schrittmachertechnologie) 5 … Mittleres Weiterentwicklungspotenzial (Schlüsseltechnologie) 1 … Kein Weiterentwicklungspotenzial gegeben (Basistechnologie)	Technologielebenszyklus-Analyse	33%	1
Leistungsfähigkeit der Technologie **(im Vergleich zu alternativen Technologien)** 10 … Sehr hohe Leistungsfähigkeit 5 … Mittlere Leistungsfähigkeit 1 … Geringe Leistungsfähigkeit	Technologielebenszyklus-Analyse	17%	1
Reifegrad der Technologie 10 … 7 ≤ TRL ≤ 9 5 … 4 ≤ TRL ≤ 6 1 … 1 ≤ TRL ≤ 3	Technology Readiness Level	50%	10
Bewertungsfaktor Technologieattraktivität		**5,5**	

Tab. 34: Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Firma VENTREX Automotive GmbH stufte die Technologieattraktivität der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen aktuell mit einem Bewertungsfaktor von 5,5 ein. Entsprechend diesem Wert kann die Position der Prozesstechnologie auf der Ordinate des Technologieportfolios festgelegt werden.

9.2.7 Kriterienliste interne Technologiebereitschaft

Analog zur Kriterienliste der Technologieattraktivität wurde auch die Kriterienliste der internen Technologiebereitschaft auf Basis der Ergebnisse aus den Werkzeugen bzw. der Einschätzungen durch Unternehmensexperten bewertet. Die Werkzeuge stammen dabei aus der Säule der internen Technologiebereitschaft (s. Unterkapitel 9.2.3 bis 9.2.5). Als Hilfestellung und zur Sicherstellung einer systematischen Vorgehensweise wurde zur Bewertung die Vorlage aus Unterkapitel 11.4 mit den Bewertungskriterien aus Tab. 21 und der entsprechenden unternehmensspezifischen Gewichtung aus Tab. 19 befüllt. Das Ergebnis dieser Kriterienliste entspricht zugleich dem Bewertungsfaktor der internen Technologiebereitschaft für die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen.

Ähnlich der internen Technologiebereitschaft der Produkttechnologie wurde auch bei der Festlegung der Prozesstechnologie entlang der Abszisse wieder die qualitative Einschätzung von Experten der Unternehmung benötigt. So sind die Bewertungskriterien Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien und Anwendbarkeit in konkreten Produkten durch eben diese zu bewerten. Der Unternehmensexperte wurde dabei durch den Produktionsleiter verkörpert. Folgend seine Gedankengänge:

- Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien
  Der Abstand der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien wurde als mittel eingeschätzt. Die Firma VENTREX Automotive GmbH besitzt einen großen Maschinenpark mit CNC-gesteuerten Drehmaschinen. Dieser Maschinenpark ist jedoch auf Metall- und nicht auf Kunststoffbearbeitung ausgelegt. Das vorhandene Know-how im Bereich der spanenden Bearbeitung beläuft sich rein auf metallische Werkstoffe. Im Bereich der Kunststoffbearbeitung hat die Unternehmung nur mit Prototypenteilen in entsprechend kleinen Stückzahlen Erfahrung. Da für die Bearbeitung von Kunststoff nicht nur spezielle Maschinen und Werkzeuge benötigt werden, sondern auch eigens dafür ausgebildetes Personal, stufte der Unternehmensexperte das Bewertungskriterium Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien auf Basis der Quantifizierung aus Tab. 21 mit einem Wert von 5 ein.
- Anwendbarkeit in konkreten Produkten
  Der Unternehmensexperte sieht die Anwendbarkeit in Produkten der Firma VENTREX Automotive GmbH auf alle Fälle gegeben. Schon heute bezieht die Unternehmung viele aus Kunststoff gedrehte Bauteile bzw. muss für Prototypenbauteile immer wieder auf externe Lieferanten zurückgreifen. Es besteht also schon heute ein konkreter Bedarf an dieser Prozesstechnologie, und es ist aufgrund der derzeitigen und zukünftig geplanten Entwicklungsprojekte mit einem steigenden Bedarf an aus Kunststoff gedrehten Bauteilen zu rechnen. Basierend auf der Quantifizierung aus Tab. 21 stufte der Unternehmensexperte daher das Bewertungskriterium Anwendbarkeit in konkreten Produkten mit einem Wert von 10 ein.

Resultierend aus den angewandten Werkzeugen bzw. der qualitativen Einschätzung durch Unternehmensexperten konnte letztendlich die Kriterienliste in Form von Tab. 35 erstellt werden. In Summe ergab sich für die interne Technologiebereitschaft ein Bewertungsfaktor von 7,2. Die Position der Prozesstechnologie entlang der Abszisse des Technologieportfolios wurde somit bestimmt.

Bewertungskriterien für interne Technologiebereitschaft	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien 10 … Verwandte Technologien werden bereits in Serie eingesetzt 5 … Es existiert Erfahrung mit verwandten Technologien 1 … Komplett neue Technologie ohne Technologieverwandschaft	Qualitative Einschätzung durch Experten	20%	5
Strategiekonformität 10 … Die Technologie findet sich in der Unternehmensstrategie wieder 5 … Die Technologie passt zur Unternehmensstrategie 1 … Die Technologie widerspricht der Unternehmensstrategie	Einschätzung durch Experten + Gartner Hype Cycle	33%	10
Anwendbarkeit in konkreten Produkten 10 … Die Technologie kann in heutigen Produkten verwendet werden 5 … Die Technologie kann erst in den nächsten 5 Jahren konkret in Produkten verwendet werden 1 … Die Technologie kann erst in den nächsten 10 Jahren konkret in Produkten verwendet werden	Qualitative Einschätzung durch Experten	27%	10
Kompetenzen 10 … Ausreichende Kompetenzen zur Technologiebeherrschung vorhanden 5 … Kompetenzen sind ansatzweise vorhanden 1 … Keine Kompetenzen vorhanden	Kompetenzanalyse	13%	1
Verfügbarkeit von Ressourcen 10 … Ausreichend Ressourcen zur Technologiebeherrschung vorhanden 5 … Kompetenzen vorhanden, aber nicht verfügbar 1 … Keine Ressourcen verfügbar - müssen erst aufgebaut werden	Ressourcenanalyse	7%	1
Bewertungsfaktor interne Technologiebereitschaft		**7,2**	

Tab. 35: Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung.

9.2.8 Technologieportfolio

Das folgende Technologieportfolio fasst die Ergebnisse der bisher angewandten Module zusammen und ermöglicht durch eine Einteilung der untersuchten Prozesstechnologie innerhalb der 9-Felder-Matrix eine Aussage über die grundsätzliche strategische Stoßrichtung im weiteren Umgang mit der Prozesstechnologie. Um dies zu ermöglichen, wurden aufgrund der Ergebnisse aus den Kriterienlisten der Bewertungsfaktor Technologieattraktivität mit einem Wert von 5,5 auf die Ordinate und der Bewertungsfaktor der internen Technologiebereitschaft mit einem Wert von 7,2 auf die Abszisse des Technologieportfolios aufgetragen. Basierend auf der absoluten Position der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen innerhalb des Technologieportfolios (s. Abb. 46) lässt sich erkennen, dass die untersuchte Technologie in einem der drei „Go“-Felder angeordnet ist. Die dazugehörige Normstrategie würde also lauten, dass es aus heutiger technologischer Sicht zu empfehlen wäre, die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen in der Firma VENTREX Automotive GmbH zu adaptieren. Eine genaue Interpretation dieses Ergebnisses und eine darauf aufbauende Handlungsempfehlung werden im nachfolgenden Unterkapitel gegeben.

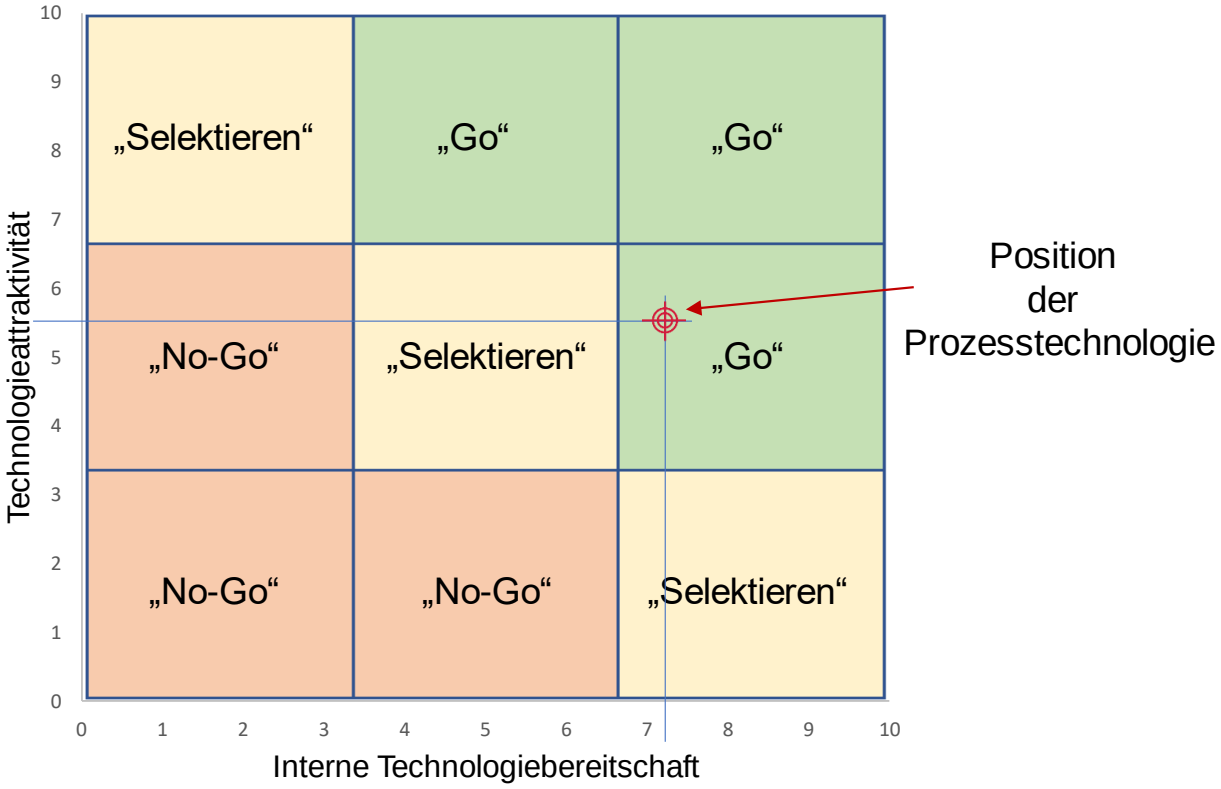


Abb. 46: Technologieportfolio der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen,
Quelle: Eigene Darstellung.

9.2.9 Handlungsempfehlung für die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen

Die Anwendung des unternehmensspezifischen Vorgehensmodells zur Beurteilung von Prozesstechnologien erlaubte es der Firma VENTREX Automotive GmbH, die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen hinsichtlich der Technologieattraktivität als unternehmensexterne Perspektive und der internen Technologiebereitschaft als unternehmensinterne Perspektive zu beurteilen. Die Informationen, die durch die Anwendung der einzelnen Werkzeuge aus den Modulen gesammelt werden konnten, wurden anschließend anhand definierter Kriterienlisten bewertet. Abschließend wurden die errechneten Bewertungsfaktoren für die Technologieattraktivität und die interne Technologiebereitschaft in einem Technologieportfolio aufgetragen. Dieses Technologieportfolio entspricht einer 9-Felder-Matrix, in der sich drei grobe strategische Stoßrichtungen befinden. Auf Basis der durchgeführten Analysen und Bewertungen ergab sich für die Prozesstechnologie des Kunststoff-Drehens die Normstrategie „Go“. Aufgrund der absoluten Position innerhalb des Technologieportfolios wird vom Autor dieser Masterarbeit aus technologischer Sicht eine detaillierte wirtschaftliche Betrachtung der Prozesstechnologie empfohlen. Folgend soll aber noch dezidiert aufgelistet werden, was bei einer entsprechenden Technologieadaption aufgrund der Erkenntnisse aus der Anwendung des Vorgehensmodells beachtet werden muss:

1) Obwohl die Technologieattraktivität über 5 liegt und somit als tendenziell eher attraktiv eingestuft werden kann, darf an dieser Stelle nicht vergessen werden, dass es sich bei der untersuchten Prozesstechnologie um eine bereits sehr etablierte und somit in die Jahre gekommene Fertigungstechnologie handelt. Der Hauptgrund, wieso die Technologieattraktivität

der Prozesstechnologie in Summe einen Wert von 5,5 erreichte, liegt vor allem in der hohen Gewichtung des Bewertungsfaktors der Technologiereife. Dieses Bewertungskriterium allein macht bereits 50 % der Technologieattraktivität aus.

2) Die Strategiekonformität und die Anwendbarkeit in konkreten Produkten sind auf alle Fälle gegeben. Somit konnten die zwei wichtigsten Bewertungskriterien der internen Technologiebereitschaft mit dem höchsten Wert bewertet werden. Hingegen existiert bei den Ressourcen und Kompetenzen ein markantes Defizit. Beide Bewertungskriterien wurden mit einem Wert von 1 bewertet. Dies bedeutet, dass nicht nur entsprechende Maschinen angeschafft gehören, sondern auch ein geschultes Personal im Umgang mit solchen Maschinen aufgebaut bzw. überhaupt erst eingestellt werden muss. Die Dauer, bis die nötigen Kompetenzen aufgebaut werden können, kann an dieser Stelle nur schwer abgeschätzt werden. Definitiv ist dies aber ein nicht zu vernachlässigender und kontraproduktiver Faktor.
3) Die Serienbauteile, die aktuell von externen Dienstleistern aus Kunststoff gedreht werden, sind verhältnismäßig kompliziert und deshalb auch schwer bzw. nur mit einem entsprechenden Know-how und Maschinenpark herstellbar. Es darf also nicht davon ausgegangen werden, dass diese Bauteile ohne Weiteres von bisherigen Lieferanten übernommen und einfach intern gefertigt werden können.

Die oben angeführten Punkte mögen an dieser Stelle vielleicht ernüchternd klingen, machen aber eine nachfolgende wirtschaftliche Betrachtung des Vorhabens unerlässlich. Von besonderer Bedeutung ist an dieser Stelle eine Potenzialerhebung, welche bereits in Serie befindlichen Bauteile in weiterer Folge selbst gefertigt werden könnten und ob sich dieses Vorhaben überhaupt rentiert oder der Verbleib bei einer Fremdfertigung die attraktivere Alternative wäre.

10 CONCLUSIO DES PRAXISTEILS

Das Ziel des Vorgehensmodells zum Beurteilen von Technologien für KMU aus dem Automobilzulieferbereich ist es, durch eine systematische, aber dennoch schlanke Vorgehensweise zu einem relativen frühen Zeitpunkt in der Lage zu sein, Produkt- und Prozesstechnologien beurteilen zu können. Das entwickelte Vorgehensmodell wurde dabei so aufgebaut, dass es den Anforderungen von KMU, welche i.d.R. über kein vertiefendes Wissen im Bereich des Technologiemanagements aufweisen, gerecht wird. Letztendlich kann durch die Anwendung dieses Modells der Selektionsprozess einer Technologie nicht nur systematisiert, sondern auch effizienter gestaltet werden. Die Reflexion und Validierung des im Theorieteil entwickelten generischen Vorgehensmodells wurde in der Firma VENTREX Automotive GmbH anhand einer Produkt- und einer Prozesstechnologie durchgeführt.

Zu Beginn des Praxisteils wurde gemeinsam mit der Firma VENTREX Automotive GmbH entschieden, welche Werkzeuge aus dem generischen Vorgehensmodell in das unternehmensspezifische Vorgehensmodell zur Technologiebeurteilung transferiert werden sollen. Es stellte sich heraus, dass das Vorgehensmodell für Produkttechnologien andere Werkzeuge und Bewertungskriterien aufweist als das Vorgehensmodell für Prozesstechnologien. Somit existieren in der Unternehmung zur Technologiebeurteilung nun, abhängig vom Untersuchungsgegenstand, zwei unterschiedliche Modelle. Nach der Festlegung über die inhaltliche Gestaltung des unternehmensspezifischen Vorgehensmodells konnte mit der eigentlichen Anwendung gestartet werden.

Aufgrund der derzeit stattfindenden Transformation in der Automobilindustrie beschäftigt sich die Firma VENTREX Automotive GmbH schon seit geraumer Zeit mit alternativen Antrieben bzw. deren Peripherien. Von besonderem Interesse und sogleich die zu untersuchende Produkttechnologie für die Unternehmung ist deshalb die Wasserstoffversorgungstechnologie. Nachdem die Produkttechnologie in das Vorgehensmodell eingeschleust wurde, wurde Modul für Modul angewandt und die dadurch gewonnenen Informationen entsprechend extrahiert. Die Ergebnisse wurden anhand eines unternehmensspezifisch gewichteten Kriterienkatalogs bewertet und anschließend in einem Technologieportfolio, welches einer 9-Felder-Matrix mit den Feldern „No-Go“, „Selektieren“ und „Go“ entspricht, dargestellt. Durch die Darstellung über die Technologieattraktivität und die interne Technologiebereitschaft, welche die zwei Achsen der Matrix widerspiegeln, konnte die Produkttechnologie so letztendlich im Technologieportfolio positioniert werden. Auf Basis der absoluten Positionierung innerhalb des Technologieportfolios konnte die strategische Stoßrichtung „Selektieren“ abgeleitet werden. Der Hauptgrund, wieso sich die untersuchte Produkttechnologie nicht in einem „Go“-Feld befindet, ist vor allem die geringe Ausprägung im Bereich der Technologieattraktivität. In weiterer Folge wird für die Wasserstoffversorgungstechnologie aber dennoch die Handlungsempfehlung gegeben, eine tiefergreifende wirtschaftliche und marktorientierte Bewertung durchzuführen. Es ist davon auszugehen, dass durch eine gesamtheitliche Betrachtung hinsichtlich technologischer, wirtschaftlicher und marktorientierter Perspektive die Technologieattraktivität zusätzlich erhöht werden kann. Eine tiefergreifende Argumentation für die Handlungsempfehlung des Autors kann dem Unterkapitel 9.1.13 entnommen werden.

Um auch die Eignung des entwickelten Vorgehensmodells für Prozesstechnologien zu reflektieren, wurde von der Firma VENTREX Automotive GmbH beschlossen, die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen mithilfe des unternehmensspezifischen Vorgehensmodells zu beurteilen. Ähnlich dem Vorgehen der

Produkttechnologie wurde auch hier Modul für Modul angewandt und letztendlich auf Basis der Ergebnisse eine Einteilung innerhalb des Technologieportfolios vorgenommen. Da sich die untersuchte Prozesstechnologie in einem „Go“-Feld befindet, lautet die Handlungsempfehlung an dieser Stelle, eine wirtschaftliche Analyse des Vorhabens durchzuführen. Insbesondere muss durch eine Potenzialanalyse erhoben werden, welche Bauteile durch eine mögliche Technologieadaption wirtschaftlich intern hergestellt werden könnten und ob sich dies am Ende des Tages, verglichen mit der aktuellen Situation, rentiert. Auch hier kann im Unterkapitel 9.2.9 eine detaillierte Empfehlung des Autors dieser Masterarbeit über den weiteren Umgang mit der untersuchten Prozesstechnologie gefunden werden.

Durch die Anwendung der beiden Vorgehensmodelle in der Unternehmenspraxis konnten auch einige Erkenntnisse bzw. Lessons Learned abgeleitet werden. Eine wesentliche Erkenntnis, die die Anwendung des Vorgehensmodells beschleunigen könnte, ist, dass sich die Unternehmung im Vorhinein klar werden muss, welche Kompetenzen bzw. Ressourcen für eine erfolgreiche Technologieadaption überhaupt benötigt werden. Da dies in dieser Masterarbeit zu Beginn nicht gemacht wurde, wurde während des Workshops der Kompetenz- und Ressourcenanalyse sehr viel Zeit damit verbracht, zu definieren, welche Kompetenzen überhaupt notwendig sind. Von essenzieller Bedeutung ist auch, dass sowohl die Ressourcen- als auch die Kompetenzanalyse „lebende“ Werkzeuge sind. So wird an dieser Stelle empfohlen, die Kompetenzanalyse halbjährlich und die Ressourcenanalyse jährlich durchzuführen. Wenn möglich, kann die Ressourcenanalyse aufgrund der inhaltlichen Synergien im Zuge der Inventur mitgeführt werden. Bei der Ressourcenanalyse stellte sich im Zuge der Anwendung auch heraus, dass besonders darauf geachtet werden muss, die richtige „Flughöhe“ bei der Benennung der Ressourcen zu finden. Eine zu detaillierte Betrachtung treibt den Aufwand ins Unermessliche, wohingegen bei einer zu oberflächlichen Evaluierung wichtige Ressourcen vergessen werden könnten.

Im Zuge der Anwendung der Vorgehensmodelle erwiesen sich vor allem die erstellten Werkzeugvorlagen als sehr hilfreich. Dadurch konnten sich die Workshop-Teilnehmer während der Anwendung der Werkzeuge auf die wesentlichen Inhalte konzentrieren und mussten nicht über eine benötigte Form der Darstellung nachdenken. Zur Beurteilung der in den Vorgehensmodellen befindlichen Werkzeuge sieht die Firma VENTREX Automotive GmbH in allen Werkzeugen ihre Berechtigung und auch Eignung für die Feststellung einer Technologieattraktivität bzw. internen Technologiebereitschaft. Somit bleiben die entwickelten unternehmensspezifischen Vorgehensmodelle für die Beurteilung von Produkt- und Prozesstechnologie bestehen.

Summa summarum konnten neben den beantworteten Forschungsfragen auch die anfangs gesteckten Ziele zu 100 % erreicht werden. In weiterer Folge finden die entwickelten unternehmensspezifischen Vorgehensmodelle auf Wunsch des Abteilungsleiters der Produktentwicklung Einzug in den Werkzeugkatalog der Firma VENTREX Automotive GmbH und sind somit fixer Bestandteil bei neuen Technologieevaluierungen. Wird das Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien im Unternehmen angewandt, lässt sich dadurch der Blickwinkel im Sinne einer gesamtheitlichen Betrachtung erweitern, wodurch das Niveau der Entscheidungsqualität wesentlich erhöht werden kann. Nichtsdestotrotz ist eine wirtschaftliche und marktorientierte Betrachtung der Technologie in den meisten Fällen aber unerlässlich.

11 ANHANG

Im Anhang befinden sich Werkzeugvorlagen, welche dem Unternehmen/Anwender unterstützend zur Verfügung stehen. Die Vorlagen sollen dem Anwender dabei als Orientierung bzw. Vorschlag dienen, sind aber nicht zwingend zur erfolgreichen Anwendung des Vorgehensmodells erforderlich. An dieser Stelle sei noch empfohlen, die Vorlagen in ein computergestütztes Programm zu übertragen, wodurch die Anwendung einzelner Werkzeuge erheblich erleichtert werden kann.

11.1 Vorlagen zur Beurteilung der Technologieattraktivität

Im folgenden Unterkapitel befinden sich die Werkzeugvorlagen, welche dem Anwender des Vorgehensmodells zur Beurteilung der Technologieattraktivität empfohlen werden.

11.1.1 Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little

Im Unterkapitel 6.1.1 wurde bereits erläutert, dass die qualitativen Indikatoren und deren Abgrenzung ebenso wie der Kurvenverlauf idealtypisch sind. Nichtsdestotrotz können die Indikatoren für Tendenzaussagen und zur Einstufung einer Technologie entlang ihres Lebenszyklus verwendet werden.[127]

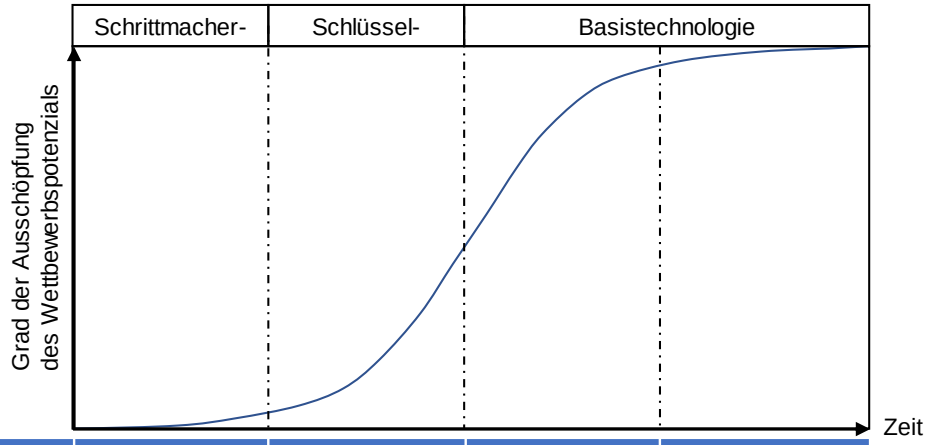
Abb. 47 zeigt den Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little mit seinen entsprechenden Indikatoren zur Abgrenzung. Um die Einteilung besser nachvollziehen bzw. durchführen zu können, folgt eine kurze Beschreibung der enthaltenen Indikatoren:[128]

- Die Unsicherheit über die technische Leistungsfähigkeit einer Technologie nimmt im Laufe ihres Lebenszyklus immer weiter ab. So besitzt eine Technologie in ihrer Entstehungsphase eine wesentlich höhere Unsicherheit als in ihrer Reifephase.
- Betrachtet man die Investitionen der gesamten Industrie in die Entwicklung einer neuen Technologie, so erreichen diese in der Wachstumsphase ihren Höhepunkt. In Summe tätigen Unternehmen also die meisten Investitionen in Schlüsseltechnologien.
- Die Einsatzgebiete einer neuen Technologie sind zu Beginn noch relativ unklar und verschwommen. Erreicht eine Technologie die Reifephase, so stagniert die potenzielle Breite ihrer Einsatzgebiete.
- Je fortgeschrittener und reifer eine Technologie ist, desto geringer wird ihre Auswirkung auf das Kosten-Leistungs-Verhältnis der Produkte. Die Leistung einer Technologie steht also zu geringeren Kosten zur Verfügung.
- Im Laufe der Zeit verschiebt sich der Entwicklungsaufwand von einem rein wissenschaftlichen Interesse hin zu einem kostenorientierten Fokus. In der Wachstums- und Reifephase liegt der Schwerpunkt in einer technischen Anwendungsentwicklung.
- Die Anzahl der veröffentlichten Patente erreicht ihren Höhepunkt in der Wachstumsphase. Dort liegen die meisten Patente innerhalb der Anwendung von konkreten Produkten vor. Zuvor geht es meist um Konzepte und danach um Prozesse bzw. Verfahren.

[127] Vgl. Wolfrum (1991), S. 99 f.

[128] Vgl. Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 53.

- Barrieren bezüglich der Adaption von neuen Technologien liegen zu Beginn vor allem im Vorhandensein von wissenschaftlichen Fähigkeiten, während es am Ende des Lebenszyklus lediglich um den Zukauf von benötigtem Know-how geht.
- Aufgrund des vorherigen Punkts ist die Verfügbarkeit von neuen Technologien in der Entstehungsphase meist nur Forschungsunternehmen bzw. -instituten vorbehalten. Dem gegenüber stehen Basistechnologien in ihrer Altersphase grundsätzlich jedem zur Verfügung.



Indikator	Entstehung	Wachstum	Reife	Alter
Unsicherheit über technische Leistungsfähigkeit	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig
Investitionen in Technologie-entwicklung	niedrig	maximal	niedrig	vernachlässig-bar
Breite der potenziellen Einsatzgebiete	unbekannt	groß	etabliert	abnehmend
Auswirkung auf Kosten-Leistungs-Verhältnis der Produkte	sekundär	maximal	marginal	marginal
Typ der Entwicklungs-anforderung	wissen-schaftlich	anwendungs-orientiert	anwendungs-orientiert	kostenorientiert
Zahl der Patent-anmeldungen	zunehmend	hoch	abnehmend	
Typ der Patente	Konzept-patente	produkt-bezogen	verfahrens-bezogen	
Zugangsbarrieren	wissen-schaftliche Fähigkeiten	Personal	Lizenzen	Know-how
Verfügbarkeit	sehr beschränkt	Re-strukturierung	marktorientiert	hoch

Abb. 47: Vorlage Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little,
Quelle: Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 53 (leicht modifiziert).

Abschließend bleibt noch zu erwähnen, dass nicht alle Indikatoren zwangsläufig verwendet werden müssen. Vielmehr sollen sie vom Anwender als eine Art Orientierungshilfe zur Einteilung gesehen werden.

11.1.2 Technologielebenszyklus-Analyse

Abb. 48 zeigt die Vorlage zur Beurteilung des Weiterentwicklungspotenzials bzw. der Leistungsfähigkeit von Technologien. Während die grüne Kurve die Leistungsfähigkeit der Technologie symbolisiert, stellt die blaue Kurve den Verlauf des Weiterentwicklungspotenzials dar.

Für die Leistungsfähigkeit gilt:

- Die Leistungsfähigkeit einer Schrittmachertechnologie ist als gering bzw. niedrig einzustufen.
- Die Leistungsfähigkeit einer Schlüsseltechnologie ist als mittel bis hoch einzustufen.
- Die Leistungsfähigkeit einer Basistechnologie ist als gering bzw. niedrig einzustufen.

Wenn möglich, sollte die Leistungsfähigkeit gemäß der Technologie-S-Kurve von McKinsey immer im Vergleich und somit relativ zu einer vergleichbaren Technologie gesetzt werden.

Für das Weiterentwicklungspotenzial gilt:

- Das Weiterentwicklungspotenzial einer Schrittmachertechnologie ist als hoch einzustufen.
- Das Weiterentwicklungspotenzial einer Schlüsseltechnologie ist als mittel einzustufen.
- Das Weiterentwicklungspotenzial einer Basistechnologie ist als gering einzustufen.

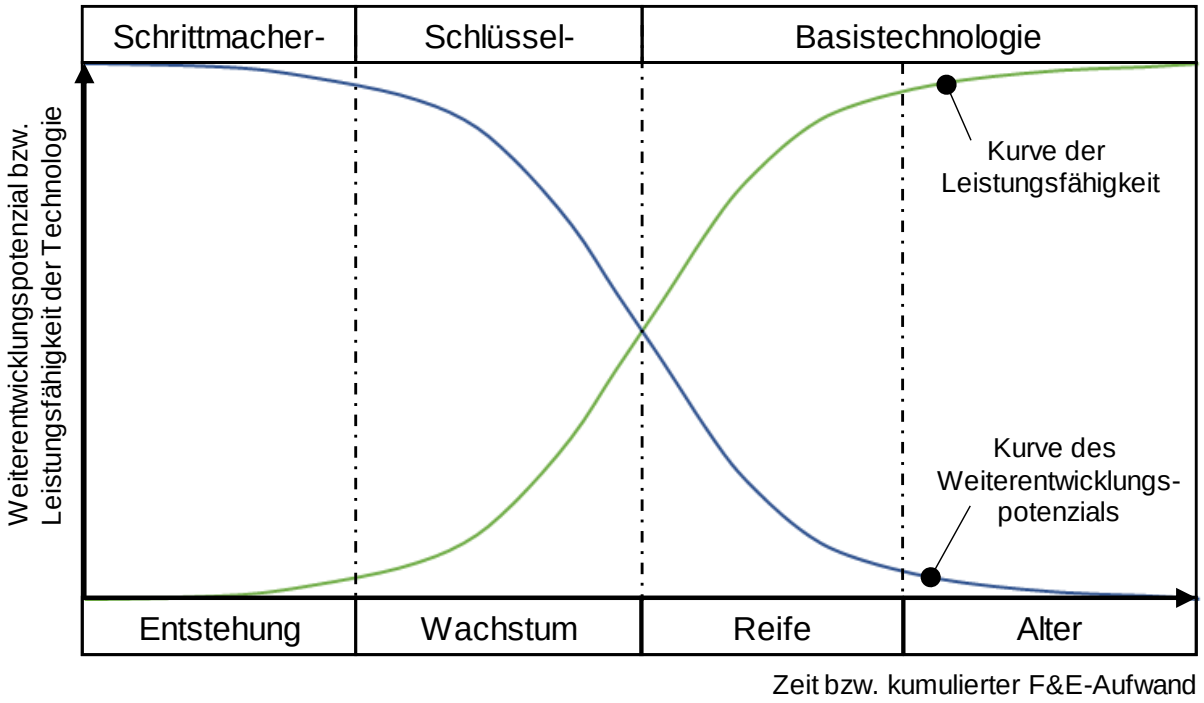


Abb. 48: Vorlage Technologielebenszyklus-Analyse,
Quelle: In Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52.

11.1.3 Technology Readiness Level

In Tab. 36 befindet sich eine Vorlage zur Einstufung des Technology Readiness Level. Die zur Einstufung zur Verfügung stehenden Bewertungskriterien des jeweiligen TRL sollen den Anwender bei seiner Entscheidung über die Einordnung der Technologie unterstützen. Es müssen dabei nicht Kriterien zu 100 % erfüllt werden. Wichtig ist, dass die Technologie den Großteil erfüllt und vor allem die Definition des jeweiligen TRL erfüllt.

TRL 1 – Nachweis der Grundprinzipien				
Auf dieser Stufe beginnt der Wechsel von Grundlagenforschung in angewandte Forschung. Als Beispiel kann an dieser Stelle die Untersuchung der Grundeigenschaften, wie z.B. die Zugfestigkeit eines neuen Materials, genannt werden.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		
Forschungshypothese formuliert?				
Wissenschaftliche Grundprinzipien beobachtet?				
Physikalische Gesetze und Annahmen in neuen Technologien eingesetzt?				
Unterstützt die Literatur die vorliegenden Grundprinzipien?				
Realisierbare Konzepte formuliert?				
Liegt eine Machbarkeitsstudie vor?				
Klarheit, wer Forschung wo durchführt?				
			TRL 1 erfüllt?	
TRL 2 – Ausgearbeitetes Technologiekonzept und/oder potentielle Anwendung formuliert				
Im Anschluss an die Beobachtung der grundlegenden physikalischen Eigenschaften folgt in Stufe zwei die Formulierung eines Technologiekonzepts mit der dazugehörigen potenziellen Anwendung. Die Anwendung ist dabei aber noch rein spekulativ, was bedeutet, dass noch keine Beweise bzw. Analysen vorliegen, welche die Vermutungen untermauern.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		

Wurden die Grundelemente der Technologie identifiziert?				
Wurden die Komponenten der Technologie charakterisiert?				
Bestätigen analytische Studien die Grundprinzipien?				
Zeigen Studien eine Machbarkeit in einer Anwendung?				
Wurden potenzielle Anwendungen identifiziert?				
Funktionieren einzelne Teile der Technologie?				
Liegt ein konkreter Forschungsplan vor?				
Besteht ein qualitatives Bewusstsein der Risiken (Kosten, Zeitplan, Leistung)?				
Marktforschung bzw. Öffentlichkeitsarbeit begonnen?				
			TRL 2 erfüllt?	
TRL 3 – Experimentelle Bestätigung des Technologiekonzepts (Proof of Concept)				
Beim TRL 3 werden die kritischen Funktionen und Eigenschaften einer Technologie überprüft. Das im TRL 2 definierte Technologiekonzept wird durch analytische und laborgestützte Studien verifiziert.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		
Kenntnis vorhanden, um Modelle und Simulationen aufbauen zu können?				
Wurden vorläufige Leistungen, Merkmale und Messungen des Systems identifiziert und geschätzt?				
Wurden erste Experimente durchgeführt?				

Bestätigen Laborversuche die wissenschaftliche Machbarkeit?				
Wurden Kunden/Nutzer identifiziert und beteiligen sich diese an den Anforderungsdefinitionen?				
Wurden die Risikobereiche identifiziert?				
			TRL 3 erfüllt?	
TRL 4 – Funktionsnachweis der Technologie unter Laborbedingungen				
Nach einem erfolgreichen Proof of Concept geht es beim TRL 4 darum, die einzelnen Bestandteile einer Technologie zu einer Systemlösung zu integrieren und deren Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Im Vergleich zum geplanten realen Einsatz der Lösung ist der Testaufbau dabei noch stark vereinfacht, meist auf einem Prüfstand, ausgeführt.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		
Wurden alle erforderlichen Komponenten für ein Proof of Concept integriert?				
Ist das Proof of Concept vom System erfolgreich abgeschlossen?				
			TRL 4 erfüllt?	
TRL 5 – Funktionsnachweis der Technologie in simulierter, realer Umgebung				
Der TRL 5 bestätigt die Funktion der Technologie unter möglichst der Realität entsprechenden Einsatzbedingungen. Dazu werden die Komponenten der Technologie mit der Infrastruktur aus dem Umfeld verbunden. Als konkretes Beispiel kann an dieser Stelle die Überprüfung der Aerodynamik eines Fahrzeugteils in einem Windkanal genannt werden.				
			TRL 5 erfüllt?	
TRL 6 – Demonstration des Prototyps unter Einsatzbedingungen				
Auf dieser Stufe werden die Prototypen unter vergleichbaren Einsatzbedingungen getestet. Werden Prototypen unmittelbar in realen Einsatzbedingungen getestet, so überspringen sie diese Stufe.				

Beispielsweise könnte ein Raumfahrzeug unter ähnlichen Bedingungen auf der Erdoberfläche getestet und validiert werden.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		
Wurden erste Sicherheitsrichtlinien entwickelt?				
			TRL 6 erfüllt?	
TRL 7 – Demonstration des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen				
Der TRL 7 bestätigt die Funktion des Prototyps unter realen Einsatzbedingungen. Es kann davon ausgegangen werden, dass es im wirklichen System zu keinen unerwarteten Überraschungen kommt.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		
Wurde die Technologie erfolgreich unter realen Einsatzbedingungen demonstriert?				
			TRL 7 erfüllt?	
TRL 8 – Für den Einsatz qualifiziertes System				
Erreicht die Technologie einen TRL von 8, so hat sie bewiesen, dass sie in ihrer konkreten Anwendung unter realen Einsatzbedingungen funktioniert. Somit ist sie bereit für den geplanten Einsatz.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		
Sind die Technologie-komponenten betriebsbereit?				
Wurde die Technologie-produktion gestartet?				
			TRL 8 erfüllt?	
TRL 9 – Im Einsatz bewährtes System				
Technologien, welche Stufe neun erreicht haben, haben sich erfolgreich im realen Einsatz bewährt. Es sind nur mehr kleine Anpassungen notwendig, um beispielsweise „Kinderkrankheiten“ zu beseitigen.				
Kriterium	Erfüllungsgrad	J/N		

Verwendet der Endbenutzer die Technologie vollumfänglich?				
Sind Lessons Learned eingeflossen?				
			TRL 9 erfüllt?	

Tab. 36: Vorlage Technology Readiness Level,
Quelle: In Anlehnung an U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011), Onlinequelle [19.08.2019].

11.1.4 Trendanalyse

Die Tab. 37 kann dazu verwendet werden, die unternehmensrelevanten Trends aufzulisten und zu nummerieren. In weiterer Folge sind die entsprechenden Beziehungen bzw. Zusammenhänge in der Spalte „Führt zu“ einzutragen. Abschließend sollte in der Gruppe noch pragmatisch die Wichtigkeit/Priorität des jeweiligen Trends beurteilt werden.

Relevanter Trend	Identifikationsnummer	Führt zu	Wichtigkeit/Priorität

Tab. 37: Vorlage Trendanalyse, Quelle: In Anlehnung an Lercher/Terler/Knöbl (o.J.), S. 37.

11.2 Vorlagen zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft

Im folgenden Unterkapitel befinden sich die Werkzeugvorlagen, welche dem Anwender des Vorgehensmodells zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft empfohlen werden.

11.2.1 Gartner Hype Cycle

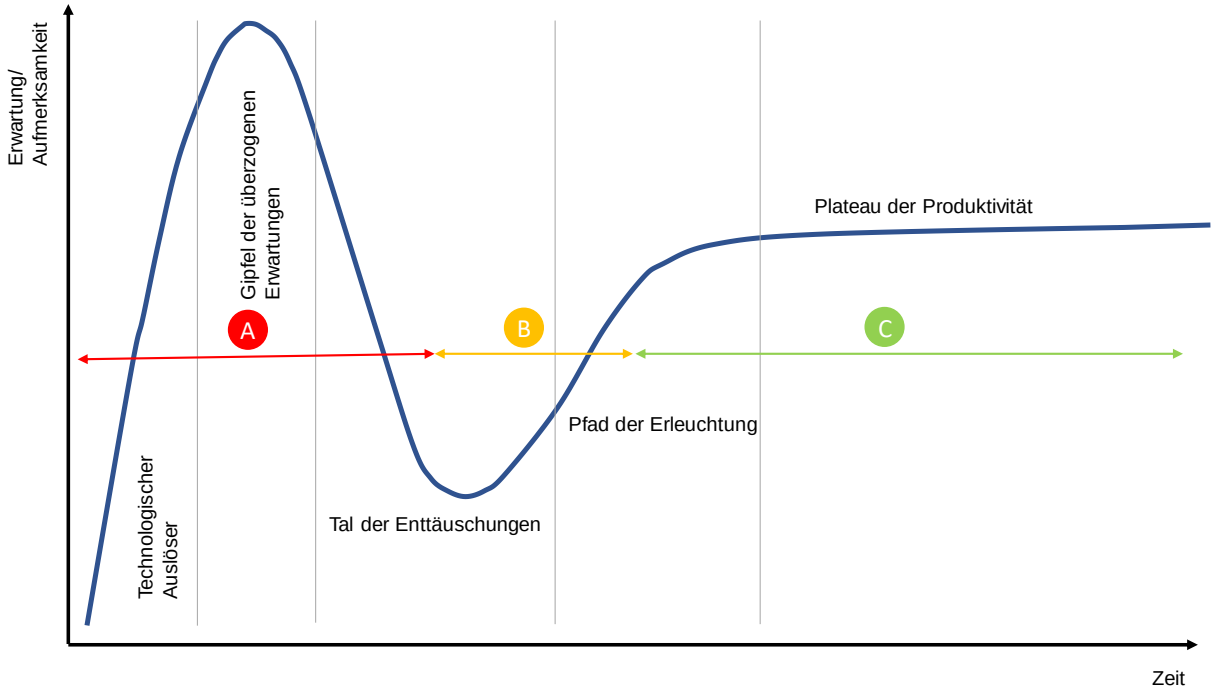


Abb. 49: Vorlage Gartner Hype Cycle,
Quelle: In Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1.

11.2.2 Ressourcenanalyse

In Tab. 38 befindet sich eine Vorlage zur Anwendung des Werkzeugs Ressourcenanalyse. Die Liste kann bei Bedarf beliebig erweitert werden. Die Einteilung einer Ressource in ihre jeweilige Ressourcenart ist als Hilfestellung zu sehen, die eine gewisse Strukturierung in das Vorgehen bringt. Dabei sollte sich der Anwender aber nicht in Details verlieren und unnötig viel Zeit in eine detaillierte Kategorisierung investieren. Ziel ist es, die wichtigen Ressourcen zu identifizieren und wenn möglich eine aktuelle Auslastung der Ressource abzuschätzen.

Ressourcenart	Ressource	Aktuelle Auslastung
Finanzielle Ressourcen		
Physische Ressourcen		

Humanressourcen		
Organisatorische Ressourcen		
Technologische Ressourcen		

Tab. 38: Vorlage Ressourcenanalyse, Quelle: Eigene Darstellung.

11.2.3 Kompetenzanalyse

Mithilfe von Tab. 39 können die identifizierten Kompetenzen bzw. Fähigkeiten des Unternehmens anhand des VRIO-Schemas untersucht werden. Können alle Kriterien mit „ja“ beantwortet werden, so handelt es sich bei der untersuchten Kompetenz um eine Kernkompetenz, welche von besonderer Bedeutung für das Unternehmen ist.

Kompetenz/Fähigkeit	Wertvoll?	Rar?	Schwierig zu imitieren?	Breite Nutzung durch Organisation möglich?

Tab. 39: Vorlage Kompetenzanalyse, Quelle: In Anlehnung an Barney (2011), S. 125 ff.

11.3 Vorlage Kriterienliste Technologieattraktivität

Die Tab. 40 zeigt die Vorlage zur Beurteilung der Technologieattraktivität von neuen Technologien. Bevor eine Bewertung durchgeführt werden kann, sind die Bewertungskriterien entsprechend zu gewichten. Dazu empfiehlt sich beispielsweise ein Paarweiser Vergleich. Ebenso befindet sich unter jedem Bewertungskriterium ein Vorschlag, was eine Bewertung von 1 bzw. 10 bedeuten könnte. Dies ist aber nur eine Empfehlung und kann unternehmensspezifisch angepasst werden.

Bewertungskriterien für Technologieattraktivität	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Weiterentwicklungspotenzial der Technologie 10 … Sehr hohes Weiterentwicklungspotenzial (Schrittmachertechnologie) 5 … Mittleres Weiterentwicklungspotenzial (Schlüsseltechnologie) 1 … Kein Weiterentwicklungspotenzial gegeben (Basistechnologie)	Technologielebenszyklus-Analyse		
Leistungsfähigkeit der Technologie **(im Vergleich zu alternativen Technologien)** 10 … Sehr hohe Leistungsfähigkeit 5 … Mittlere Leistungsfähigkeit 1 … Geringe Leistungsfähigkeit	Technologielebenszyklus-Analyse		
Zeitliche Verfügbarkeit der Technologie 10 … Die Technologie ist frei am Markt verfügbar 5 … Die Technologie ist geschützt, kann aber über Lizenen bezogen werden 1 … Die Technologie ist geschützt und kann nicht erworben werden	Patentrecherche		
Reifegrad der Technologie 10 … 7 ≤ TRL ≤ 9 5 … 4 ≤ TRL ≤ 6 1 … 1 ≤ TRL ≤ 3	Technology Readiness Level		
Förderwürdigkeit der Technologie 10 … Die Technologie lässt sich zu einem großen Teil fördern 5 … Die Technologie kann gefördert werden 1 … Die Technologie lässt sich nicht fördern	Förderwürdigkeit		
Unterstützt die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends? 10 … Die Technologie unterstützt bei der Bearbeitung von vielen unternehmensrelevanten Technologietrends 5 … Die Technologie unterstützt bei der Bearbeitung von mehreren unternehmensrelevanten Technologietrends 1 … Die Technologie unterstützt nicht/wenig bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Technologietrends	Trendanalyse		
Bewertungsfaktor Technologieattraktivität		**0**	

Tab. 40: Vorlage Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität,
Quelle: Eigene Darstellung.

11.4 Vorlage Kriterienliste interne Technologiebereitschaft

Die Tab. 41 zeigt die Vorlage zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft von neuen Technologien. Bevor eine Bewertung durchgeführt werden kann, sind die Bewertungskriterien entsprechend zu gewichten. Dazu empfiehlt sich beispielsweise ein Paarweiser Vergleich. Ebenso befindet sich unter jedem Bewertungskriterium ein Vorschlag, was eine Bewertung von 1 bzw. 10 bedeuten könnte. Dies ist aber nur eine Empfehlung und kann unternehmensspezifisch angepasst werden.

Bewertungskriterien für interne Technologiebereitschaft	Herkunft der Information	Gewichtung [%]	Bewertung [1...5...10]
Abstand der Technologie von bereits im Unternehmen verwendeten Technologien 10 … Verwandte Technologien werden bereits in Serie eingesetzt 5 … Es existiert Erfahrung mit verwandten Technologien 1 … Komplett neue Technologie ohne Technologieverwandschaft	Qualitative Einschätzung durch Experten		
Strategiekonformität 10 … Die Technologie findet sich in der Unternehmensstrategie wieder 5 … Die Technologie passt zur Unternehmensstrategie 1 … Die Technologie widerspricht der Unternehmensstrategie	Einschätzung durch Experten + Gartner Hype Cycle		
Anwendbarkeit in konkreten Produkten 10 … Die Technologie kann in heutigen Produkten verwendet werden 5 … Die Technologie kann erst in den nächsten 5 Jahren konkret in Produkten verwendet werden 1 … Die Technologie kann erst in den nächsten 10 Jahren konkret in Produkten verwendet werden	Qualitative Einschätzung durch Experten		
Kompetenzen 10 … Ausreichende Kompetenzen zur Technologiebeherrschung vorhanden 5 … Kompetenzen sind ansatzweise vorhanden 1 … Keine Kompetenzen vorhanden	Kompetenzanalyse		
Verfügbarkeit von Ressourcen 10 … Ausreichend Ressourcen zur Technologiebeherrschung vorhanden 5 … Kompetenzen vorhanden, aber nicht verfügbar 1 … Keine Ressourcen verfügbar - müssen erst aufgebaut werden	Ressourcenanalyse		
Möglichkeit, Kooperationen einzugehen 10 … Kooperationen bestehen bereits heute bzw. werden nicht benötigt 5 … Kooperationen können einfach eingegangen werden 1 … Keine Möglichkeit, Kooperationen einzugehen	Netzwerkanalyse		
Bewertungsfaktor interne Technologiebereitschaft		**0**	

Tab. 41: Vorlage Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft,
Quelle: Eigene Darstellung.

11.5 Workshop-Settings

Im Folgenden wird der Aufbau aller durchgeführten Workshops aus dem Praxisteil näher beschrieben. Jeder Workshop wird dabei hinsichtlich der Ausprägungen Ziel, Methode, Teilnehmer und Dauer zergliedert. Letztendlich können dadurch ein besseres Verständnis und eine bessere Nachvollziehbarkeit für den Leser geschaffen werden.

11.5.1 Setting Workshop „Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Produkttechnologien“

Ziel

Das Ziel dieses Workshops war die Festlegung eines VENTREX Automotive GmbH spezifischen-Vorgehensmodells zur Beurteilung von Produkttechnologien.

Methode

Für diesen Workshop wurde keine spezielle Methode verwendet. Das Vorgehen belief sich dabei auf ein systematisches Durchgehen der im generischen Vorgehensmodell befindlichen Werkzeuge. Es wurde Werkzeug für Werkzeug, bezogen auf seine Eignung und Verwendbarkeit, in der Firma VENTREX Automotive GmbH untersucht.

Teilnehmer

Bei der Durchführung dieses Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Abteilungsleiter der Produktentwicklung, Abteilungsleiterin der Produktentwicklung, Business Development Manager und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer dieses Workshops betrug 1,5 Stunden.

11.5.2 Setting Workshop „Gewichtung der Bewertungskriterien für Produkttechnologien“

Ziel

Das Ziel dieses Workshops war, die im Vorgehensmodell befindlichen Bewertungskriterien entsprechend den unternehmensspezifischen Anforderungen zu gewichten. Dadurch sollte eine Aussage getroffen werden können, welche Bewertungskriterien besondere Priorität beim Bewerten von Produkttechnologien für die Firma VENTREX Automotive GmbH besitzen.

Methode

Bei der Durchführung dieses Workshops wurde mithilfe eines Paarweisen Vergleichs eine Gewichtung der Bewertungskriterien durchgeführt.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Abteilungsleiter der Produktentwicklung, Abteilungsleiterin der Produktentwicklung, Vertriebsleiter, Head of Business Development, Business Development Manager, Produktionsleiter und der Autor dieser Masterarbeit

Dauer

Die Dauer des Workshops betrug 1 Stunde.

11.5.3 Setting Workshop „Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Prozesstechnologien“

Ziel

Das Ziel dieses Workshops war die Festlegung eines VENTREX Automotive GmbH-spezifischen Vorgehensmodells zur Beurteilung von Prozesstechnologien.

Methode

Zur Durchführung dieses Workshops wurde keine spezielle Methode angewandt. Ähnlich den Settings aus Unterkapitel 11.5.1 wurde das generische Vorgehensmodell systematisch gescreent und jedes Werkzeug auf seine Eignung und Verwendbarkeit für die Firma VENTREX Automotive GmbH untersucht.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Produktionsleiter und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer des Workshops betrug 1 Stunde.

11.5.4 Setting Workshop „Gewichtung der Bewertungskriterien für Prozesstechnologien“

Ziel

Das Ziel dieses Workshops war, die im Vorgehensmodell befindlichen Bewertungskriterien entsprechend den unternehmensspezifischen Anforderungen zu gewichten. Dadurch sollte eine Aussage getroffen werden können, welche Bewertungskriterien besondere Priorität beim Bewerten von Prozesstechnologien für die Firma VENTREX Automotive GmbH besitzen.

Methode

Bei der Durchführung dieses Workshops wurde mithilfe eines Paarweisen Vergleichs eine Gewichtung der Bewertungskriterien durchgeführt.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Abteilungsleiter der Produktentwicklung, Abteilungsleiterin der Produktentwicklung, Vertriebsleiter, Head of Business Development, Business Development Manager, Produktionsleiter und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer des Workshops betrug 1 Stunde.

11.5.5 Setting Workshop „Technologielebenszyklus-Analyse Wasserstoff-versorgungstechnologie“

Ziel

Das Ziel des Workshops war, das Werkzeug Technologielebenszyklus-Analyse anzuwenden, um so letztendlich die Bewertungskriterien Weiterentwicklungspotenzial der Technologie und Leistungsfähigkeit der Technologie bewerten zu können. Um die Technologielebenszyklus-Analyse durchführen zu können, wird als Zwischenschritt eine Einstufung der Produkttechnologie entlang des Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little und der Technologie-S-Kurve benötigt.

Methode

Bei der Durchführung dieses Workshops wurden der Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little und die Technologie-S-Kurve angewandt. Auf Basis der Ergebnisse kann das Werkzeug Technologielebenszyklus-Analyse befüllt werden.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Abteilungsleiter der Produktentwicklung, Business Development Manager und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer des Workshops betrug 1,5 Stunden.

11.5.6 Setting Workshop “Technology Readiness Level Wasserstoffversorgungstechnologie”

Ziel

Das Ziel dieses Workshops war, den Technology Readiness Level der zu untersuchenden Produkttechnologie festzulegen.

Methode

Zur Festlegung des Technology Readiness Level wurde das Werkzeug Technology Readiness Level dieser Masterarbeit angewandt.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Abteilungsleiter der Produktentwicklung und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer dieses Workshops betrug 1 Stunde.

11.5.7 Setting Workshop „Trendanalyse“

Ziel

Das Ziel dieses Workshops war, die vorselektierten Technologietrends zu screenen und dabei diejenigen zu selektieren, welche für die Firma VENTREX Automotive GmbH von besonderer Relevanz sind. Im Anschluss daran soll eine Trendkarte mit den entsprechenden Abhängigkeiten der jeweiligen Technologietrends erstellt werden. Wurde die Trendkarte erstellt, so ist noch die Priorität jedes Technologietrends festzulegen. Abschließend ist festzulegen, ob die Technologie bei der Bearbeitung von unternehmensrelevanten Trends unterstützend wirkt und wenn ja, in welchem Ausmaß.

Methode

Zur Erstellung der Trendkarte wurde die Vorlage aus Unterkapitel 11.1.4 als Hilfsmittel verwendet und das in dieser Masterarbeit definierte Vorgehen bei einer Trendanalyse angewandt.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Abteilungsleiter der Produktentwicklung, Teamleiter der Konstruktion, Hauptverantwortlicher im Bereich der Digitalisierung und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer dieses Workshops betrug 2 Stunden.

11.5.8 Setting Workshop „Ressourcen- und Kompetenzanalyse“

Ziel

Das Ziel des Workshops war, die Ressourcen und Kompetenzen der Firma VENTREX Automotive GmbH im Zuge der Anwendung der Werkzeuge Ressourcen- und Kompetenzanalyse festzustellen. Dadurch soll letztendlich ermöglicht werden, die Bewertungskriterien Verfügbarkeit von Ressourcen und Kompetenzen bewerten zu können.

Methode

Bei der Durchführung des Workshops wurde sich an das vorgeschlagene Vorgehen der Ressourcen- und Kompetenzanalyse gehalten.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Abteilungsleiter der Produktentwicklung, Abteilungsleiterin der Produktentwicklung, Produktionsleiter, ein Business Development Manager und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer des Workshops betrug 5 Stunden.

11.5.9 Setting Workshop „Technologielebenszyklus-Analyse Kunststoff-Drehen“

Ziel

Das Ziel des Workshops war, das Werkzeug Technologielebenszyklus-Analyse anzuwenden, um so letztendlich die Bewertungskriterien Weiterentwicklungspotenzial der Technologie und Leistungsfähigkeit der Technologie bewerten zu können. Um die Technologielebenszyklus-Analyse durchführen zu können, wird als Zwischenschritt eine Einstufung der Produkttechnologie entlang des Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little und der Technologie-S-Kurve benötigt.

Methode

Bei der Durchführung dieses Workshops wurde der Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little und die Technologie-S-Kurve angewandt. Auf Basis der Ergebnisse kann das Werkzeug Technologielebenszyklus-Analyse befüllt werden.

Teilnehmer

Bei der Durchführung des Workshops waren folgende Personen der Firma VENTREX Automotive GmbH involviert: Produktionsleiter und der Autor dieser Masterarbeit.

Dauer

Die Dauer des Workshops betrug 1,5 Stunden.

LITERATURVERZEICHNIS

Gedruckte Werke

Barney, Jay B. (2011*): Gaining and Sustaining Competitive Advantage*, 4. Auflage, Pearson Education, New Jersey

Bullinger, Hans-Jörg (1994): *Einführung in das Technologiemanagement: Modelle, Methoden, Praxisbeispiele*, Vieweg+Teubner Verlag, Stuttgart

Bullinger, Hans-Jörg (1996): *Innovations- und Technologiemanagement*, in: Eversheim, Walter; Schuh, Günther (Hrsg.): *Produktion und Management ››Betriebshütte‹‹*, 7. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 4-1 – 4-54

Christensen, Clayton M.; Matzler, Kurt; Friedrich von den Eichen, Stephan (2013): *The Innovator's Dilemma: Warum etablierte Unternehmen den Wettbewerb um bahnbrechende Innovationen verlieren*, Verlag Franz Vahlen, München

Dillerup, Ralf; Stoi, Roman (2016): *Unternehmensführung: Management & Leadership Strategien – Werkzeuge – Praxis*, 5. Auflage, Verlag Franz Vahlen, München

Fenn, Jackie; Raskino, Mark (2008) Gartner, Inc. (Hrsg.): *MASTERING the HYPE CYCLE: HOW TO CHOOSE THE RIGHT INNOVATION AT THE RIGHT TIME* (E-Book), Harvard Business School Publishing, Massachusetts

Gausemeier, Jürgen; Dumitrescu, Roman; Echterfeld, Julian; Pfänder, Tomas; Steffen, Daniel; Thielemann, Frank (2019): *Innovation für die Märkte von morgen: Strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen*, Carl Hanser Verlag, München

Gerpott, Torsten J. (2005): *Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement*, 2. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart

Gomeringer, Axel (2007): *Eine integrative, prognosebasierte Vorgehensweise zur strategischen Technologieplanung für Produkte*, Jost Jetter Verlag, Heimsheim

Hall, Karl (2002): *Ganzheitliche Technologiebewertung: Ein Modell zur Bewertung unterschiedlicher Produktionstechnologien*, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden

Hinterhuber, Hans H. (2015): *Strategische Unternehmensführung: Das Geschäftsmodell für nachhaltige Wertsteigerung*, 9. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Höft, Uwe (1992): *Lebenszykluskonzepte: Grundlagen für das strategische Marketing- und Technologiemanagement*, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Hofbauer, Günter; Körner, Rene; Nikolaus, Uwe; Poost, Andreas (2009): *Marketing von Innovationen: Strategien und Mechanismen zur Durchsetzung von Innovationen*, Kohlhammer Verlag, Stuttgart

Hube, Gerhard; Engelhardt, Fabian (2014): *Strategisches Innovationsmanagement für kleine und mittlere Unternehmen*, in: Granig, Peter; Hartlieb, Erich; Lercher, Hans (Hrsg.): *Innovationsstrategien: Von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen*, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 35 – 42

Ihlau, Susann; Duscha, Hendrik; Gödecke, Steffen (2013): *Besonderheiten bei der Bewertung von KMU: Planungsplausibilisierung, Steuern, Kapitalisierung*, Gabler Verlag, Wiesbaden

Kilper, Heiderose; Pries, Ludger (1999): *Die Globalisierungsspirale in der deutschen Automobilindustrie: Hersteller-Zulieferer-Beziehungen als Herausforderung für Wirtschaft und Politik*, Rainer Hampp Verlag, München und Mering

Klappert, Sascha; Schuh, Günther; Aghassi, Susanne (2011): *Einleitung und Abgrenzung*, in: Schuh, Günther; Klappert, Sascha (Hrsg): *Technologiemanagement: Handbuch Produktion und Management 2*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Kröll, Markus (2007): *Methode zur Technologiebewertung für eine ergebnisorientierte Produktentwicklung*, Jost Jetter Verlag, Heimsheim

Kurek, Rainer (2004): *Erfolgsstrategien für Automobilzulieferer: Wirksames Management in einem dynamischen Umfeld*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Lehmann, Jochen; Luschtinetz, Thomas (2014): *Wasserstoff und Brennstoffzellen: Unterwegs mit dem saubersten Kraftstoff*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Lercher, Hans; Terler, Michael; Knöbl, Wolfgang; Rehklau, Andreas; Rath, Thomas; Kummert, Börge (o.J.) Studienrichtung Innovationsmanagement CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH (Hrsg.): *Innovation als Antrieb für die Zukunft: Der Innovationsprozess in kleinen und mittleren Unternehmen*, ohne Verlagsangaben

Lercher, Hans; Terler, Michael; Knöbl, Wolfgang (o.J.) Wirtschaftskammer Oberösterreich (Hrsg.): *Dienstleistungsinnovation: Ein Leitfaden für produzierende Unternehmen*, ohne Verlagsangaben

Mentz, Markus; Schäffer, Utz (Hrsg.) (2006*): Mergers & Acquisitions in der Automobilindustrie: Wertschöpfungspotentiale durch internationale Positionierung*, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden

Mohrdieck, Christian; Venturi, Massimo; Breitrück, Katrin; Schulze, Herbert (2014): *Mobile Anwendungen*, in Töpler, Johannes; Lehmann, Jochen (Hrsg.): *Wasserstoff und Brennstoffzelle: Technologien und Marktperspektiven*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 59 – 112

North, Klaus (2016): *Wissensorientierte Unternehmensführung: Wissensmanagement gestalten*, 6. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden

Pfeiffer, Werner; Metze, Gerhard; Schneider, Walter; Amler, Robert (1989): *Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäfte*, 5. Auflage, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen

Pfeiffer, Werner; Schneider, Walter; Dögl, Rudolf (1986): *Technologie-Portfolio-Management*, in Staudt, Erich (Hrsg.): *Das Management von Innovationen*, Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH, Frankfurt am Main, S. 107 – 124

Pfohl, Hans-Christian (2006): *Abgrenzung der Klein- und Mittelbetriebe von Großbetrieben*, in Pfohl, Hans-Christian (Hrsg.): *Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe: Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Lösung*, Erich Schmidt Verlag, Berlin, S. 1 – 24

Rummel, Silvia (2014): *Eine bewertungsbasierte Vorgehensweise zur Tauglichkeitsprüfung von Technologiekonzepten in der Technologieentwicklung*, Fraunhofer Verlag, Stuttgart

Saad, Kamal N.; Roussel, Philip A.; Tiby, Claus; Arthur D. Little (Hrsg.) (1993): *Management der F&E-Strategie*, 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden

Schneider, Eugen (2002): *Integrative Ansätze der Technologiebewertung*, Diplomica Verlag, o.O.

Schuh, Günther; Klappert, Sascha; Schubert, Johannes; Nollau, Sebastian (2011*): Grundlagen zum Technologiemanagement*, in Schuh, Günther; Klappert, Sascha (Hrsg.): *Technologiemanagement: Handbuch Produktion und Management 2*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 33 – 54

Schulte-Gehrmann, Anna-Lena; Klappert, Sascha; Schuh, Günther; Hoppe, Michael (2011): *Technologiestrategie*, in: Schuh, Günther; Klappert, Sascha (Hrsg.): *Technologiemanagement: Handbuch Produktion und Management 2*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 55 – 88

Sommerlatte, Tom; Deschamps, Jean-Philippe (1986): *Der strategische Einsatz von Technologien – Konzepte und Methoden zur Einbeziehung von Technologien in die Strategieentwicklung des Unternehmens*, in: Arthur D. Little International (Hrsg.): *Management im Zeitalter der strategischen Führung*, 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 39 – 76

Specht, Günter; Beckmann, Christoph; Amelingmeyer, Jenny (2002): *F&E-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement*, 2. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart

Steinmann, Horst; Schreyögg, Georg (2005): *Management: Grundlagen der Unternehmensführung Konzepte – Funktionen – Fallstudien*, 6. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden

Terler, Michael (2019): *Systematic Innovation Business: Studienrichtung Innovationsmanagement Folienskriptum*, ohne Verlagsangaben

Tiefel, Thomas (2007): *Technologielebenszyklus-Modelle – Eine kritische Analyse*, in Tiefel, Thomas (Hrsg.): *Gewerbliche Schutzrechte im Innovationsprozess*, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden

Vahs, Dietmar; Brem, Alexander (2015): *Innovationsmanagement: Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung*, 5. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart

Vorbach, Stefan (2014): *Technologiemanagement*, in: Granig, Peter; Hartlieb, Erich; Lercher, Hans (Hrsg.): *Innovationsstrategien: Von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen*, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 201 – 215

Welge, Martin K.; Al-Laham, Andreas (2012): *Strategisches Management: Grundlagen – Prozess – Implementierung*, 6. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden

Wolfrum, Bernd (1991): *Strategisches Technologiemanagement*, Gabler Verlag, Wiesbaden

Online-Quellen

Bernegger, Horst; Reiter, Günther; Huber, Maximilian; Schwarzendorfer, Michael; Stürmer, Christoph (2018) PwC Österreich GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.): *Österreichs Automobilzulieferer auf Kurs?: Automotive-Studie 2018*, ohne Verlagsangaben https://www.pwc.at/de/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/automotive_studie_2018.pdf [Stand: 31.10.2019]

Bundesministerium für Finanzen (Hrsg.) (2019): *Gutachten für die Forschungsprämie* https://www.bmf.gv.at/steuern/selbststaendige-unternehmer/betriebsausgaben/Gutachten-Forschungspraemie.html [Stand: 05.11.2019]

COSMO CONSULT AG (Hrsg.) (o.J.): *Digitale Branchenlösung für die Automobilzulieferindustrie* https://at.cosmoconsult.com/branchen/weitere-schwerpunkte/digitale-gesamtloesung-automotive-zulieferindustrie/branchenloesung-automobilzulieferindustrie/ [Stand: 31.10.2019]

DMH Dichtungs- und Maschinenhandel GmbH (Hrsg.) (2019): *Maschinen* https://www.dmh.at/maschinen/ [Stand: 05.11.2019]

Friedli, Thomas (2005): *INNOVATIONS- UND TECHNOLOGIEMANAGEMENT: Technologien brauchen Märkte* https://www.handelszeitung.ch/unternehmen/innovations-und-technologiemanagement-technologien-brauchen-maerkte [Stand: 06.11.2019]

Gartner, Inc. (Hrsg.) (2019): *Gartner Hype Cycle* https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle [Stand: 04.11.2019]

Google Trends (Hrsg.) (2019): *Wasserstoffauto* https://trends.google.de/trends/explore?date=all&q=Wasserstoffauto [Stand: 16.09.2019]

Haric, Peter (2018): *Management* https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/management-37609/version-261043 [Stand: 31.10.2019]

Huber, Walter (2015) Institut für Innovative Technologien (Hrsg.): *Wasserstoff, Energieträger der Zukunft?*, ohne Verlagsangaben https://www.adac.de/_mmm/pdf/Jahrestreff%20Vortrag_2015_226798.pdf [Stand: 05.11.2019]

H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG (Hrsg.) (2019): *Wasserstoffautos: Alle Modelle im Überblick* https://h2.live/fahren [Stand: 05.11.2019]

IfM Bonn (Hrsg.) (2016): *KMU-Definition des IfM Bonn* https://www.ifm-bonn.org/definitionen/kmu-definition-des-ifm-bonn/ [Stand: 31.10.2019]

Kemle, Jens (2018): *Die schwierige Zusammenarbeit von OEM und Zulieferer* https://www.marktundmittelstand.de/technologie/die-schwierige-zusammenarbeit-von-oem-und-zulieferer-1278541/ [Stand: 06.11.2019]

Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.) (2003): *EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361&from=DE [Stand: 31.10.2019]

KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.) (2008*): Kooperationen in der Automobilzuliefererindustrie: Herausforderungen und Erfolgsfaktoren in den Emerging Markets*, ohne Verlagsangaben https://www.kpmg.de/media/Kooperationen_in_der_Automobilzuliefererindustrie.pdf [Stand: 07.04.2019]

Lindner, Dominic (2018): *BESONDERHEITEN UND MERKMALE DER KMU IM GEGENSATZ ZU GROSSUNTERNEHMEN* https://agile-unternehmen.de/merkmale-kmu-grossunternehmen/ [Stand: 31.10.2019]

Lazard & Co. GmbH; Roland Berger GmbH (Hrsg.) (2017): *Global Automotive Supplier Study 2018: Transformation in light of automotive disruption*, ohne Verlagsangaben https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_global_automotive_supplier_study_2018.pdf [Stand: 31.10.2019]

Mai, Thuy (2017): *Technology Readiness Level* https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html [Stand: 02.11.2019]

Mankins, John C. (2004) Office of Space Access and Technology NASA (Hrsg.): *Technology Readiness Levels: A White Paper*, ohne Verlagsangaben http://aries.ucsd.edu/ARIES/WDOCS/ARIES07/trl.pdf [Stand: 02.11.2019]

Möhrle, Martin G.; Specht, Dieter (2018): *S-Kurven-Konzept* https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/s-kurven-konzept-43411/version-266741 [Stand: 02.11.2019]

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019a): *Innovationsscheck mit Selbstbehalt: Innovationsscheck (De-minimis-Beihilfe)* https://www.ffg.at/programme/InnovationsscheckmitSelbstbehalt [Stand: 05.11.2019]

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019b): *Feasibility Studie – Förderung, Bedingungen: Machbarkeitsstudie für KMU und Start-up ermöglichen Feasibility Studie* https://www.ffg.at/programm/feasibility [Stand: 05.11.2019]

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019c): *Projekt.Start – Förderung, Bedingungen: Förderung für den Einstieg in ein F&E-Projekt Projekteinstieg* https://www.ffg.at/programm/projektstart [Stand: 05.11.2019]

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019d): *Basisprogramm – Förderung, Bedingungen: Förderung für Forschung und Entwicklung in Unternehmen* https://www.ffg.at/programm/basisprogramm [Stand: 05.11.2019]

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019e): *Frontrunner – Förderungen, Bedingungen: Unternehmen im kompetiven Marktumfeld und Wettbewerb fördern Frontrunner* https://www.ffg.at/programm/frontrunner1 [Stand: 05.11.2019]

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2019f): *Horizon 2020: Das EU-Programm für Forschung und Innovation* https://www.ffg.at/europa/h2020 [Stand: 05.11.2019]

Pinker, Alexander (2016): *Kurve der Innovationen – der Gartner Hype Cycle erklärt* https://medialist.info/2016/09/16/innovationen-im-wandel-der-zeit-der-gartner-hype_cycle/ [Stand: 04.11.2019]

Poglitsch, Stefan (2018): *Was ist der Unterschied zwischen Innovationsmanagement und Vorentwicklung?* https://www.lead-innovation.com/blog/innovationsmanagement-und-vorentwicklung [Stand: 31.10.2019]

Specht, Dieter; Mieke, Christian (2018): *Technologiemanagement* https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/technologiemanagement-50438/version-273657 [Stand: 31.10.2019]

Statista GmbH (Hrsg.) (2019): *Wertschöpfungsanteil der Automobilzulieferer am weltweiten Automobilbau in den Jahren 1985 bis 2015* https://de.statista.com/statistik/daten/studie/162996/umfrage/wertschoepfungsanteil-der-automobilzulieferer-am-automobilbau-weltweit/ [Stand: 31.10.2019]

Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft m.b.H. (Hrsg.) (2019): *WACHSTUMS!Schritt: Die Förderungen für Investitionen in KMU* https://www.sfg.at/cms/4572/WACHSTUMSSchritt/ [Stand: 05.11.2019]

U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011): *U.S. Department of Homeland Security Research & Development Partnership Group: Product Realization Guide, ohne Verlagsangaben* https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/product-realization-guide-partnership-focus-508-1.pdf [Stand: 19.08.2019]

Vorbach, Stefan (2011) Technische Universität Graz Institut für Unternehmensführung und Organisation (Hrsg.): *BEWERTUNG UND AUSWAHL VON TECHNOLOGIEN: PROZESSE UND TOOLS ZUR BEWERTUNG UND AUSWAHL UMWELTRELEVANTER TECHNOLOGIEN*, ohne Verlagsangaben https://docplayer.org/7116696-Bewertung-und-auswahl-von-technologien.html [Stand 01.11.2019]

Weber, Matthias; Budde, Björn (2013) Austrian Institute of Technology (Hrsg.*): Hoffnungen, Hypes, Enttäuschungen: Lehren aus der Brennstoffzellentechnologie*, ohne Verlagsangaben https://m.fwf.ac.at/fileadmin/files/Dokumente/News_Presse/Veranstaltungsrueckblick/2013/08_am_Puls_35/am-puls-35-weber.pdf [Stand: 05.11.2019]

WKO (Hrsg.) (2018): *Unternehmen und unselbständig Beschäftigte Größenklassenauswertung für die gewerbliche Wirtschaft*, ohne Verlagsangaben http://wko.at/statistik/kmu/GK_BeschStat_GW.pdf [Stand: 31.10.2019]

VENTREX Automotive GmbH (Hrsg.) (o.J.a): *Über Uns* https://www.ventrex.com/ueber-uns/ [Stand: 04.11.2019]

VENTREX Automotive GmbH (Hrsg.) (o.J.b): *Produkte* https://www.ventrex.com/produkte/ [Stand: 04.11.2019]

VENTREX Automotive GmbH (Hrsg.) (o.J.c): *Marktverteilung 2016* http://www.ventrex.at/globale-praesenz/marktverteilung/ [Stand 04.11.2019]

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Kostenbeeinflussbarkeit und Kostenverlauf im Innovationsprozess, Quelle: Vahs/Brem (2015), S. 46 (leicht modifiziert). 2

Abb. 2: Bezugsrahmen, Quelle: Eigene Darstellung. 6

Abb. 3: Innovationsmanagement, F&E-Management und Technologiemanagement, Quelle: In Anlehnung an Specht/Beckmann/Amelingmeyer (2002), S. 16. 8

Abb. 4: Unternehmensklassifikation in Österreich, Quelle: WKO (Hrsg.) (2018), Onlinequelle [31.10.2019] (leicht modifiziert). 9

Abb. 5: Lieferantenpyramide in der Automobilindustrie, Quelle: Kurek (2004), S. 21 (leicht modifiziert). . 12

Abb. 6: Wertschöpfungsanteil der Automobilzulieferer von 1985 bis 2015, Quelle: Statista GmbH (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [31.10.2019] (leicht modifiziert). 13

Abb. 7: Herkömmliches und integratives Begriffsverständnis, Quelle: Binder/Kantowsky (1996), S. 92 (leicht modifiziert). 17

Abb. 8: Generischer Aufbau der Portfoliotechnik, Quelle: Bullinger (1994), S. 144 (leicht modifiziert). 21

Abb. 9: Technologieportfolio nach Pfeiffer et. al., Quelle: Pfeiffer u.a. (1989), S. 93 (leicht modifiziert). .. 23

Abb. 10: Prozess des Technologiemanagements, Quelle: In Anlehnung an Specht/Mieke (2018), Onlinequelle [31.10.2019]. 26

Abb. 11: Vorgehensmodell zur Technologiebewertung nach Hall, Quelle: Hall (2002), S. 68 (leicht modifiziert). 28

Abb. 12: Technologieauswahlprozess nach Vorbach, Quelle: Vorbach (2011), Onlinequelle [01.11.2019], S. 4 (leicht modifiziert). 29

Abb. 13: Bewertungs- und Auswahlprozess nach Vorbach, Quelle: Vorbach (2014), S. 211 (leicht modifiziert). 29

Abb. 14: Vorgehensmodell zur Technologiebewertung nach Kröll, Quelle: Kröll (2007), S. 69 (leicht modifiziert). 31

Abb. 15: Vorgehensweise zur strategischen Technologieplanung nach Gomeringer, Quelle: In Anlehnung an Gomeringer (2007), S. 129. 32

Abb. 16: Technologieportfolio nach Gomeringer, Quelle: Gomeringer (2007), S. 111 (leicht modifiziert). 34

Abb. 17: Generisches Vorgehensmodell zur Beurteilung von Technologien für KMU aus der Automobilzulieferindustrie, Quelle: Eigene Darstellung. 43

Abb. 18: Idealtypischer Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little, Quelle: Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52 (leicht modifiziert). 46

Abb. 19: Idealtypische McKinsey-Technologie-S-Kurve, Quelle: In Anlehnung an Möhrle/Specht (2018), Onlinequelle [02.11.2019]. 47

Abb. 20: Technologielebenszyklus-Analyse, Quelle: In Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52. 48

Abb. 21: Technology Readiness Level, Quelle: In Anlehnung an Mai (2017), Onlinequelle [02.11.2019]. 49

Abb. 22: Exemplarische Trendkarte, Quelle: In Anlehnung an Lercher/Terler/Knöbl (o.J.), S. 36. 52

Abb. 23: Gartner Hype Cycle, Quelle: In Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1. 56

Abb. 24: Vorschlag Netzwerkanalyse, Quelle: Eigene Darstellung. 60

Abb. 25: Technologieportfolio, Quelle: Eigene Darstellung. 62

Abb. 26: Schematische Transformation vom generischen in ein spezifisches Vorgehensmodell, Quelle: Eigene Darstellung. 64

Abb. 27: Marktverteilung VENTREX Automotive GmbH-Produkte im Jahr 2016, Quelle: VENTREX Automotive GmbH (Hrsg.) (o.J.c), Onlinequelle [04.11.2019] (leicht modifiziert). 65

Abb. 28: Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Produkttechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 67

Abb. 29: Vorgehensmodell der Firma VENTREX Automotive GmbH zur Beurteilung von Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 73

Abb. 30: Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little für die Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52. 80

Abb. 31: Technologie-S-Kurve der Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Möhrle/Specht (2018), Onlinequelle [02.11.2019]. 81

Abb. 32: Technologielebenszyklus-Analyse der Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52. 82

Abb. 33: Entwickelte Technologie-Trendkarte, Quelle: Eigene Darstellung. 86

Abb. 34: Technologie-Trendkarte der Firma VENTREX Automotive GmbH, Quelle: Eigene Darstellung. 88

Abb. 35: Verlauf des Gartner Hype Cycle lt. Huber, Quelle: Huber (2015), Onlinequelle [05.11.2019]. ... 95

Abb. 36: Artikel in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung mit dem Titel Brennstoffzelle, Quelle: Weber/Budde (2013), Onlinequelle [16.09.2019]. 96

Abb. 37: Öffentliches Interesse am Wasserstoffauto in der Google-Suchmaschine, Quelle: Google Trends (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [16.09.2019]. 97

Abb. 38: Einschätzung der PEM-Brennstoffzellentechnologie entlang des Gartner Hype Cycle, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1. 97

Abb. 39: Netzwerkanalyse der Firma VENTREX Automotive GmbH, Quelle: Eigene Darstellung. 104

Abb. 40: Technologieportfolio der Produkttechnologie Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung. 108

Abb. 41: CNC-Kunststoff-Drehmaschine DMH 600TCM, Quelle: DMH Dichtungs- und Maschinenhandel GmbH (Hrsg.) (2019), Onlinequelle [05.11.2019]. 110

Abb. 42: Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little für die Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52. 112

Abb. 43: Technologie-S-Kurve der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Möhrle/Specht (2018), Onlinequelle [02.11.2019]. 113

Abb. 44: Technologielebenszyklus-Analyse der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52. 114

Abb. 45: Einschätzung der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen entlang des Gartner Hype Cycle, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1. 117

Abb. 46: Technologieportfolio der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung. 121

Abb. 47: Vorlage Technologielebenszyklus nach Arthur D. Little, Quelle: Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 53 (leicht modifiziert). 126

Abb. 48: Vorlage Technologielebenszyklus-Analyse, Quelle: In Anlehnung an Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 52. 127

Abb. 49: Vorlage Gartner Hype Cycle, Quelle: In Anlehnung an Fenn/Raskino (2008), Kap. 1. 133

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: EU-Definition der Unternehmensklassen, Quelle: In Anlehnung an Kommission der Europäischen Gemeinschaft (Hrsg.) (2003), Onlinequelle [31.10.2019]. 10

Tab. 2: IfM-Definition der Unternehmensklassen, Quelle: IfM Bonn (Hrsg.) (2016), Onlinequelle [31.10.2019] (leicht modifiziert). 10

Tab. 3: Klassische Abgrenzung Technologie und Technik, Quelle: Binder/Kantowsky (1996), S. 90 (leicht modifiziert). 16

Tab. 4: Technologieklassifikation nach dem Einsatzgebiet und der Lebenszyklusphase, Quelle: Gerpott (2005), S. 26 (leicht modifiziert). 18

Tab. 5: Technologielebenszyklus-Modelle im Überblick, Quelle: Tiefel (2007), S. 47 (leicht modifiziert).. 20

Tab. 6: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Hall, Quelle: Eigene Darstellung. 36

Tab. 7: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Vorbach, Quelle: Eigene Darstellung. 36

Tab. 8: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Kröll, Quelle: Eigene Darstellung. 36

Tab. 9: Defizit-Anforderungstabelle für den Ansatz nach Gomeringer, Quelle: Eigene Darstellung. 37

Tab. 10: Werkzeugauswahl aufgrund von Bewertungskriterien und Anforderungen, Quelle: Eigene Darstellung. 40

Tab. 11: Auszug an Indikatoren zur Einstufung der Technologie im Technologielebenszyklus, Quelle: Sommerlatte/Deschamps (1986), S. 53 (leicht modifiziert). 45

Tab. 12: Auszug aus der Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität, Quelle: Eigene Darstellung. 60

Tab. 13: Auszug aus der Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft, Quelle: Eigene Darstellung. 61

Tab. 14: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der Technologieattraktivität von Produkttechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 68

Tab. 15: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft von Produkttechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 68

Tab. 16: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität einer Produkttechnologie, Quelle: Eigene Darstellung. 69

Tab. 17: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die interne Technologiebereitschaft einer Produkttechnologie, Quelle: Eigene Darstellung. 70

Tab. 18: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der Technologieattraktivität von Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 74

Tab. 19: Gewichtete Bewertungskriterien zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft von Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 74

Tab. 20: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die Technologieattraktivität einer Prozesstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung. 75

Tab. 21: Quantifizierung der Bewertungskriterien für die interne Technologiebereitschaft einer Prozesstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung. 76

Tab. 22: TRL der Wasserstoffversorgungstechnologie einer PEM-Brennstoffzelle, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011), Onlinequelle [19.08.2019]. 84

Tab. 23: Vorselektierte Technologietrends, Quelle: Eigene Darstellung. 85

Tab. 24: Relevante Technologietrends für die Firma VENTREX Automotive GmbH, Quelle: Eigene Darstellung. 87

Tab. 25: Berechnung der Trendsumme, Quelle: Eigene Darstellung. 89

Tab. 26: Förderungsmöglichkeiten, Quelle: Eigene Darstellung. 91

Tab. 27: Suchbegriffe inkl. entsprechender Trefferanzahl, Quelle: Eigene Darstellung. 92

Tab. 28: Screening und Kategorisierung der gefundenen Schutzrechte, Quelle: Eigene Darstellung. 94

Tab. 29: Ressourcenanalyse für Produkt- und Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 100

Tab. 30: Kompetenzanalyse für Produkt- und Prozesstechnologien, Quelle: Eigene Darstellung. 103

Tab. 31: Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität der Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung. 105

Tab. 32: Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft der Wasserstoffversorgungstechnologie, Quelle: Eigene Darstellung. 107

Tab. 33: TRL der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011), Onlinequelle [19.08.2019]. 116

Tab. 34: Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung. 118

Tab. 35: Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität der Prozesstechnologie Kunststoff-Drehen, Quelle: Eigene Darstellung. 120

Tab. 36: Vorlage Technology Readiness Level, Quelle: In Anlehnung an U.S. Department of Homeland Security (Hrsg.) (2011), Onlinequelle [19.08.2019]. 132

Tab. 37: Vorlage Trendanalyse, Quelle: In Anlehnung an Lercher/Terler/Knöbl (o.J.), S. 37. 132

Tab. 38: Vorlage Ressourcenanalyse, Quelle: Eigene Darstellung. 134

Tab. 39: Vorlage Kompetenzanalyse, Quelle: In Anlehnung an Barney (2011), S. 125 ff. 134

Tab. 40: Vorlage Kriterienliste zur Beurteilung der Technologieattraktivität, Quelle: Eigene Darstellung. 135

Tab. 41: Vorlage Kriterienliste zur Beurteilung der internen Technologiebereitschaft, Quelle: Eigene Darstellung. 136

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CNC ..... Computerized Numerical Control

CNG ..... Compressed Natural Gas

F&E ..... Forschung und Entwicklung

GU ..... Großunternehmen

IfM ..... Institut für Mittelstandforschung

KMU ..... Kleine und mittlere Unternehmen

OEM ..... Original Equipment Manufacturer

PEM-Brennstoffzelle ..... Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle

QFD ..... Quality-Function-Deployment

SLS ..... Selektives Lasersintern

TLZ ..... Technologielebenszyklus

TRL ..... Technology Readiness Level

VZÄ ..... Vollzeitäquivalent

WKO ..... Wirtschaftskammer Österreich