

Dipl.-Ing. Georg Premm



ENERGIEORIENTIERTE PRODUKTIONSSTRATEGIE

*Ein Vorgehensmodell zur Integration von Energieaspekten in
die Produktionsstrategie industrieller Unternehmungen*

Dissertation

Technische Universität Graz
Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften
Doctoral School Techno- Ökonomie

Begutachter:

Em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef W. Wohinz
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Harald Raupenstrauch

Graz, im Oktober 2012

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

Danksagung

Einen herzlichen Dank möchte ich meinen akademischen Lehrern

Em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Josef W. Wohinz

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Harald Raupenstrauch

aussprechen, die mich bei der Verfassung der vorliegenden Dissertation betreut und stets kollegial beraten haben.

Den KollegInnen am Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung sowie am Institute of Production Science and Management gilt ebenfalls mein Dank für die anregenden Diskussionen und die kameradschaftliche und offene Atmosphäre. Weiters möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die in der empirischen Erhebung mitgewirkt, sowie Beiträge zur Erstellung dieser Arbeit geleistet haben.

Besonderer Dank gilt meiner Familie, die mir zu jeder Zeit meiner Ausbildung ein starker Rückhalt war und ist. Namentlich erwähnen möchte ich meine Eltern Heidelinde und Hellmuth Premm, die mir dabei halfen meinen Weg zu finden und zu gehen.

Kurzfassung

Die Verfügbarkeit von Energie in quantitativ und qualitativ entsprechendem Umfang ist die Grundvoraussetzung für jede Art von industrieller Aktivität. Jedoch bewirken steigende Energiepreise bei gleichzeitig sinkenden Energiereserven und sinkender Versorgungssicherheit, nachgewiesene Umweltbelastungen aus Energieumwandlung und -nutzung sowie Restriktionen der Politik eine wachsende Sensibilisierung sowohl in der Gesellschaft als auch in der Wirtschaft. Energie erfährt daher im industriellen Alltag einen stetigen Zuwachs an Aufmerksamkeit, wodurch sich mehr denn je die Frage stellt, wie effizientes und vor allem auch effektives Energiemanagement ausgestaltet werden kann. In der vorliegenden Arbeit eröffnete sich daher der Ansatz der „Energieorientierten Produktionsstrategie“. Dazu wurden in der Literatur die Themenbereiche Produktionsstrategie und Energiemanagement analysiert. Um den Begriff Produktionsstrategie abzugrenzen, wurde eine Bestimmung der wesentlichen Inhalte sowie der darin verfolgten Ziele vorgenommen. Auf Seiten Energiemanagement erfolgten eine grundlegende Erörterung des Begriffs sowie eine Klärung der relevanten Zieldimensionen. Darauf aufbauend konnten Rahmenbedingungen herbeigeführt werden, welche die Basis für ein sechsstufiges Vorgehensmodell, zur Integration der identifizierten Energieaspekte in die Produktionsstrategie, bilden. Weiters erfolgte auf Basis der Entwicklungsstufen des Energie- und Umweltbewusstseins auf der einen Seite und der Produktionsstrategie auf der anderen Seite eine Einteilung in vier Grundtypen von Unternehmungen. Diese Einteilung ermöglichte die Abschätzung des durch die Modellanwendung in der Unternehmung generierten Mehrwerts. Dabei konnte die mehrwertstiftende Anwendung des Modells im Wesentlichen auf die Typen Benchmarker und Integrator beschränkt werden. Zur Validierung des theoretischen Modells kam eine empirische Erhebung in Form von Leitfadeninterviews zum Einsatz. Dazu konnten insgesamt sechs Unternehmungen aus den Bereichen Papier, Baustoff, Stahl, Keramik und Metallverarbeitung gewonnen werden, die auf Basis ihrer Energieintensität gegliedert wurden. Als Ergebnis dieser Befragung konnten die Inhalte des Vorgehensmodells für die metallverarbeitende Industrie bestätigt werden. Zur Anwendung in der energieintensiven Industrie bedarf es u.a. einer Anpassung der definierenden Handlungsfelder der Produktionsstrategie, da die Separierung der Teilbereiche Prozess- und Anlagenstrategie in diesen Branchen nicht zielführend ist. Die zu Grunde liegende Struktur des Vorgehensmodells hingegen, wurde von den befragten Experten bestätigt und als nachvollziehbar bewertet.

Abstract

Availability of energy is the very base for any economic driven activity. Rising energy prices, decreasing fossil based resources, insecurity of energy supplies and politicians imposing restrictions cause an increasing sensibility for energy related topics in society as well as in economy. Therefore, effectivity and efficiency in industrial energy management gets tremendously important. To value these circumstances, the approach towards an “Energy Orientated Production Strategy” was chosen in this work. Firstly, literature research was done in the field of Production Strategy and Energy Management. Derived from literature, relevant terms were defined and the key issues were discussed. To confine the intersection of aforementioned fields, a framework was created, consisting of the identified fields of strategy (Product, Process, Inventory and Production Sites) on the one hand and the most relevant energy aspects (Quality, Costs/ Efficiency, Flexibility and Ecology) on the other hand. The next step was to create a procedure model to integrate these energy aspects into a Production Strategy. Depending on the development of corporate awareness in energy and environmental topics as well as the level of support of production strategy for corporate strategy, four archetypes of companies were deduced. This classification aims at facilitating the estimation of the added value by applying the six steps of the procedure model. The added value was mainly limited to companies on the level of Integrator and Benchmarker. In order to validate the theoretical model an empirical evaluation was conducted. In total, six companies from the industry branches Paper, Cement, Steel, Ceramics and Metalworking participated in the survey. As a result, the theoretical model could be confirmed in the case of the metalworking companies. To apply the procedure model to energy-intensive branches, some modifications, especially in differentiation of the fields of strategy, should be considered. However, the basic structure and logic of the procedure model was verified by the interviewed experts.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemeine Problemstellung	1
1.2	Aufbau und Gliederung	5
1.3	Forschungsfragen und Zielsetzung	8
2	Energie als Managementobjekt in Industriebetrieben	9
2.1	Begriffe zur Energie	9
2.1.1	Differenzierung nach Energieform und Umwandlungsstufe	10
2.1.2	Energiespezifische Begriffe	13
2.2	Das betriebliche Energiesystem	15
2.2.1	Energie im industriebetrieblichen Leistungserstellungsprozess	16
2.2.2	Der betriebliche Energiefluss	17
2.3	Betriebliche Energieversorgung als Managementaufgabe	19
2.3.1	Energiemanagement als Managementdisziplin	20
2.3.2	Zieldimensionen im Energiemanagement	25
2.3.3	Das Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001	28
2.3.4	Das betriebliche Energiekonzept	29
2.4	Methoden und Tools im Energiemanagement	31
3	Produktionsstrategien	37
3.1	Begriffliche Abgrenzung	37
3.2	Historische Entwicklung von Produktionssystemen	37
3.3	Die Produktion als zentraler Wertschöpfungsbereich	40
3.3.1	Produktionssystem und -prozess	41
3.3.2	Zieldimensionen in der Produktion	42
3.4	Die Produktion als Wettbewerbsfaktor	47
3.4.1	Strategische Bedeutung der Produktion	47
3.4.2	Einflussfaktoren auf Produktionsstrukturen	49
3.5	Ableitung von Produktionsstrategien	52
3.5.1	Der Begriff Produktionsstrategie	53
3.5.2	Inhalte einer Produktionsstrategie	54
3.5.3	Positionierung der Produktionsstrategie in der Unternehmung	58
3.6	Konzepte zur Umsetzung von Produktionsstrategien	64

4	Rahmenbedingungen zum theoretischen Modell	71
4.1	Handlungsfelder in der Produktionsstrategie.....	71
4.1.1	Produktstrategie	72
4.1.2	Prozessstrategie	73
4.1.3	Anlagenstrategie	76
4.1.4	Standortstrategie.....	77
4.2	Spezifische Aspekte des Energiemanagements.....	80
4.3	Grundtypen von Unternehmungen	91
4.4	Zusammenfassung.....	93
5	Vorgehensmodell zur Integration von Energieaspekten in die Produktionsstrategie	95
5.1	Zur theoretischen Einordnung des Modells.....	95
5.2	Spezifische Inhalte des Vorgehens.....	96
5.2.1	Anstoß (Modellschritt 0)	99
5.2.2	Situationsanalyse (Modellschritt 1).....	103
5.2.3	Ableitung eines abgestimmten Zielsystems (Modellschritt 2)	118
5.2.4	Variantenausarbeitung (Modellschritt 3).....	123
5.2.5	Konzeptbewertung (Modellschritt 4).....	126
5.2.6	Auswahl, Gestaltungs- und Umsetzungsplanung (Modellschritt 5) ...	129
5.3	Zusammenfassung.....	132
6	Empirische Erhebung	135
6.1	Rahmenbedingungen.....	135
6.2	Fallbeispiele mit hoher Energieintensität.....	140
6.3	Fallbeispiele mit niedriger Energieintensität	154
6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	159
7	Zusammenführender Ausblick.....	160
7.1	Beantwortung der Forschungsfragen	160
7.2	Ausblick und weitere Forschungsansätze	164
	Abbildungsverzeichnis	166
	Tabellenverzeichnis	168
	Literaturverzeichnis	169

1 Einleitung

In der vorliegenden Arbeit wird der Schnittpunkt von Energiemanagement und Produktionsstrategie wissenschaftlich erörtert. Die beiden Themenbereiche werden zunächst eigenständig betrachtet um darauf aufbauend ein theoretisches Modell zu entwickeln, welches auf wissenschaftlicher Seite einen Neuigkeitswert besitzt sowie auf der praktischen Seite einen Mehrwert durch die Anwendung generiert.

Im ersten Kapitel werden zur Legitimation der Thematik die Problemstellung diskutiert und die Relevanz in Wissenschaft und Praxis abgeleitet. Danach werden Aufbau und Gliederung der vorliegenden Arbeit dargelegt, gefolgt von der Darstellung der Forschungsfragen und -ziele.

1.1 Allgemeine Problemstellung

Industrielle Unternehmungen agieren heutzutage in einem hoch dynamischen Umfeld, welches insbesondere durch die Bedeutung von Informationstechnologien, Internationalisierung von Beschaffungs- und Absatzmärkten, permanente Veränderung von Angebot und Nachfrage aber auch durch die zunehmende Sensibilisierung der Gesellschaft für Energiethemen und, dadurch bedingt, zunehmende ökologische Herausforderungen geprägt wird.¹

Einer der wesentlichen Treiber für die zunehmende Bedeutung von Energie in Industriebetrieben ist die wachsende Nachfrage nach Energie (siehe Abbildung 1). Weitere Treiber, die zur Steigerung der Bedeutung von Energie im industriebetrieblichen Kontext beitragen, sind steigende Energiepreise bei gleichzeitig sinkenden Energiereserven und sinkender Versorgungssicherheit, nachgewiesene Umweltbelastungen aus Energieumwandlung und -nutzung sowie Restriktionen der Politik.² Als Ergebnis dieser externen Treiber ergeben sich auf industriebetrieblicher Seite höhere Abnehmerpreise für Endenergieträger, die zu einem überproportional steigenden Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten

¹ Vgl. Westkämper (2009a), S.9 und Rothlauf (2010), S.31

² Vgl. Müller et al. (2009), S.6

der Produktion führen. Damit erreichen Energiekosten selbst in weniger energieintensiven Branchen eine **strategisch relevante Größenordnung**. Auch die Politik stellt, zur nachhaltigen Sicherung der Energieversorgung, verstärkt Anforderungen an die Energieeffizienz und die energetische Betriebsführung von Unternehmungen. Diese Umstände müssen daher nicht nur im Betrieb sondern bereits in der Planungsphase von Produktionsstätten berücksichtigt werden.³

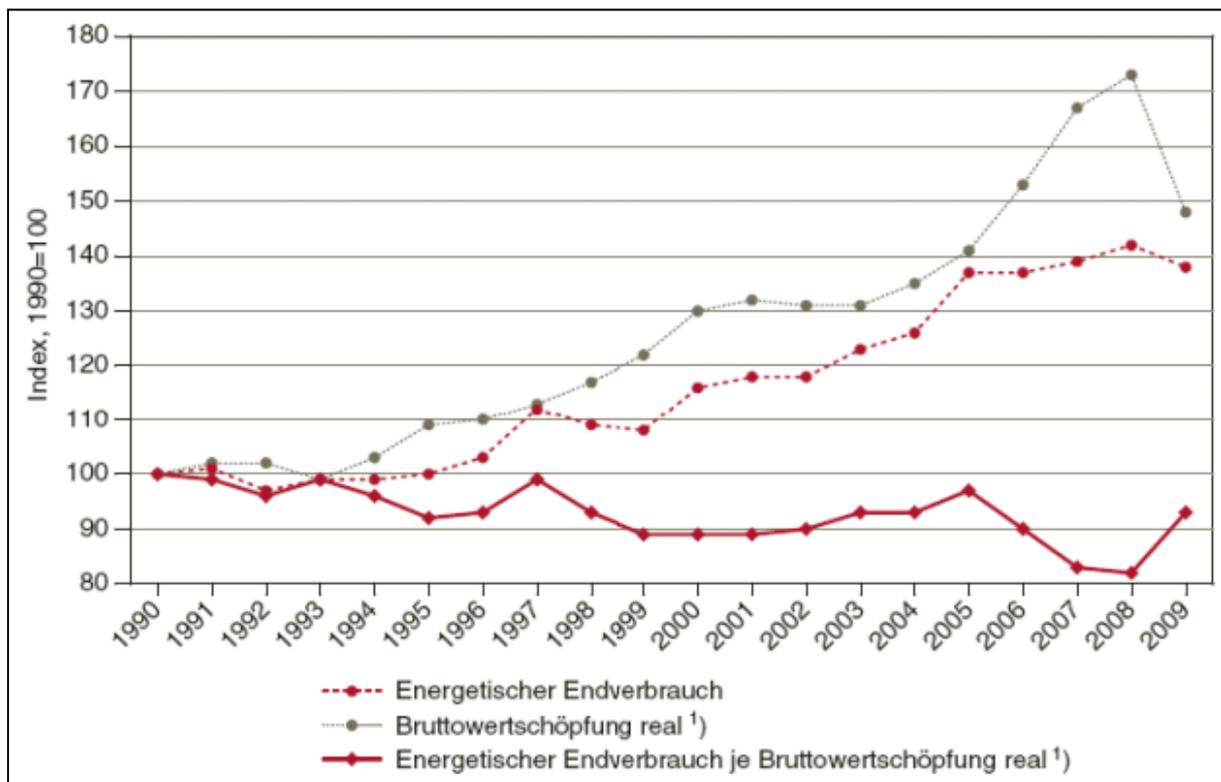


Abbildung 1. Endenergieverbrauch und Energieintensität in Österreich⁴

Durch den Ausstieg Deutschlands aus der Energiegewinnung durch Atomkraft werden für Energiebezieher erhebliche Zusatzkosten prognostiziert. Eine 2011 veröffentlichte Studie rechnet vor, wie hoch die Mehrkosten für den Endenergieträger Strom für energieintensive Industriezweige in Deutschland bis 2050 sein werden. Für die Papierindustrie wird darin ein Mehraufwand von 20 %, für die Grundstoffchemie- und Stahlindustrie von 50 % und für die Zementindustrie von 60% berechnet.⁵

³ Vgl. Müller et al. (2009), S.21

⁴ Statistik Austria (2010); Zugriffsdatum 17.10.2011

⁵ Vgl. Kröher/Student (2011), S.90ff.

Ein Beispiel für den aktiven Eingriff der Politik in die betriebliche Energieversorgung zeigt sich im Vorstoß einer deutschen Partei, die einem Aluminiumproduzenten finanzielle Anreize zur Abschaltung seiner beiden Aluhütten zu Spitzenlastzeiten bot. Diese beiden Aluminiumwerke sind für etwa ein Prozent des jährlichen Stromverbrauchs in Deutschland verantwortlich. Mit diesem Vorstoß soll sichergestellt werden, dass nach dem Atomausstieg Deutschland Großverbraucher zu Spitzenlastzeiten nicht die Stabilität der Stromversorgung gefährden.⁶

Neben den externen Treibern ergeben sich auch innerhalb der Industrieunternehmungen Entwicklungen, welche die Thematik Energie stärker in den Fokus der Bemühungen rücken. Einerseits sei hierzu der steigende Energiebedarf durch eine stärkere Automatisierung der Produktion, der Trend zu leistungsfähigeren Maschinen, der verstärkte Einsatz energieintensiver Produktionsverfahren (z. B. Laserschweißen) und die höhere Energieintensität in der Verarbeitung neuer Werkstoffe angeführt. Andererseits sind Optimierungsmöglichkeiten, wie z.B. zeitökonomische Potentiale in Produktionsprozessen in vielen Industriebereichen bereits sehr stark ausgereizt. Von Seiten der Produktionsmanager wurden über viele Jahre Parameter wie Durchlaufzeiten, Bestände, Arbeitsintensitäten usw. optimiert. Von technischer Seite konnte vor allem die Bearbeitungsgeschwindigkeit, sowie Transport und Handling verbessert werden. Die eingesetzte Energie als Produktionsfaktor wurde hingegen eher selten betrachtet. Aus diesem Grund existieren hier oft noch Potenziale zur Optimierung, die sich mit vergleichsweise wenig Aufwand erschließen lassen.⁷

Der Einfluss ökologischer Anforderungen wird Produktionsprozesse zukünftig stark verändern, da es zu einer grundlegenden Hinterfragung bestehender Produktionsprinzipien kommen wird. Statt auf Entsorgung, muss zukünftig auf Vermeidung von Umweltbelastungen Wert gelegt werden.⁸ Diese Aussage kann zusätzlich durch eine Studie aus dem Jahr 2011 belegt werden, in der Maschinenbauunternehmungen befragt wurden, welche Erwartungen sie an ihr Marktumfeld 2020 haben. Einer der wesentlichen Trends, der sich ableiten ließ, war die hohe Bedeutung von ökologischen Produkten sowie der ökologischen und damit auch energiebewussten Produktion. Die Gründe dafür wurden in

⁶ Vgl. Manager Magazin (2011); Zugriffsdatum 26.7.2011

⁷ Vgl. Müller et al. (2009), S.21f.

⁸ Vgl. Adam (1998), S.108

Kosteneinsparungen in der Produktion, stärkeren gesetzlichen Regulierungen, sowie einem grünen Image gesehen.⁹ Umgelegt auf die Produktion bedeutet dies die Wandlung hin zu einer „Energiebewussten Produktion“ als nächsten Schritt im Evolutionspfad (siehe Abbildung 2).

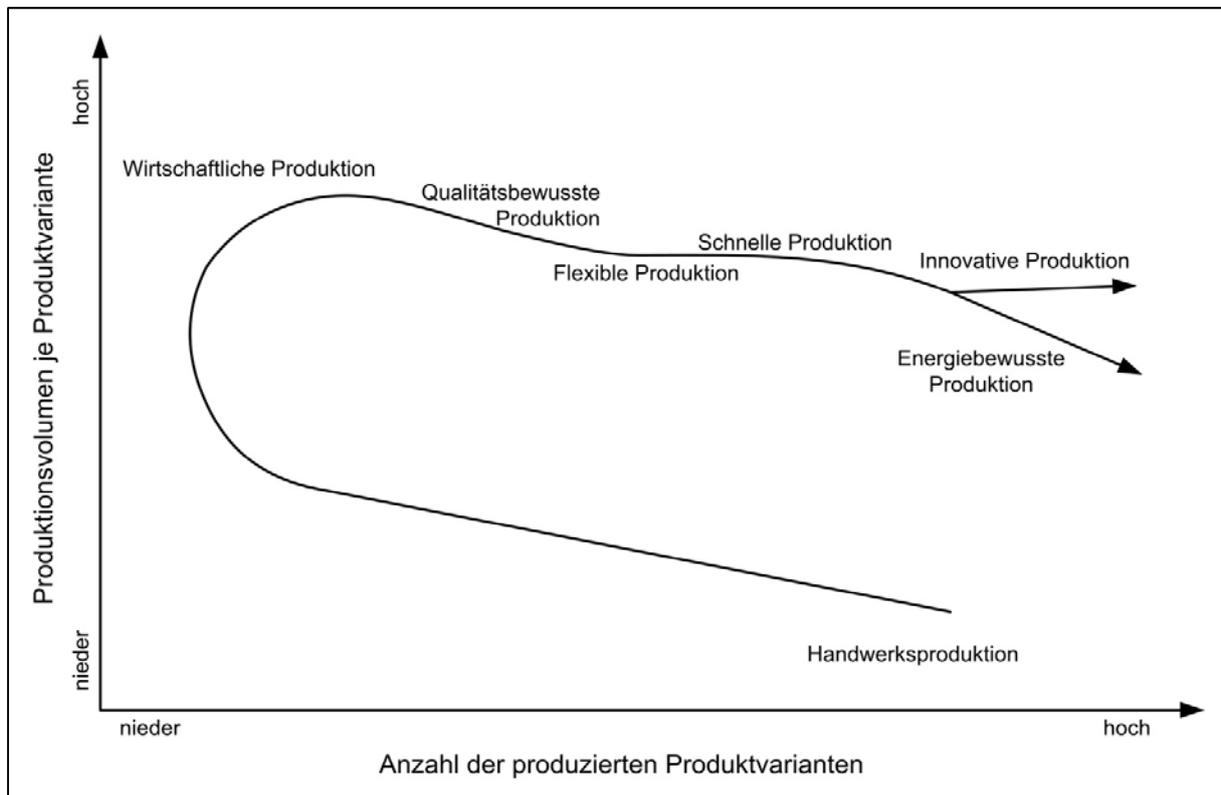


Abbildung 2: Evolutionspfad der Produktion¹⁰

Diese Entwicklung wird nicht nur für Branchen mit hoher Energieintensität, sondern auch in weniger energieintensiven Branchen als nächster Evolutionsschritt in der Entwicklung der Produktion angesehen.¹¹ Aus diesen Überlegungen leitet sich auch die zunehmende Bedeutung der Ökologie- und Ressourcenorientierung innerhalb einer Produktionsstrategie ab.¹²

⁹ Vgl. Roland Berger (2011), S.6ff.

¹⁰ In Anlehnung an Womack/Jones/ Roos (1990), S.126; Zahn/Dillerup (1994), S.5 und Wohinz/Moor (1989), S.21

¹¹ Vgl. Müller et al. (2009), S.120

¹² Vgl. Kaluza/Blecker (2003), S.23

1.2 Aufbau und Gliederung

Abbildung 3 gibt den grundsätzlichen Aufbau der vorliegenden Arbeit, in Anlehnung an das Forschungsdesign nach WOHINZ¹³, in einer gesamthaften Darstellung wieder. Nachfolgend werden die einzelnen Kapitel kurz beschrieben.

Kapitel 1 beschreibt die Ausgangssituation, wie sie in der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegt. Es wird die Relevanz der betrachteten Themenschwerpunkte beschrieben und der Aufbau sowie das Forschungsdesign gezeigt. Den Abschluss bilden die Forschungsfragen zur Einbettung der grundlegenden Arbeitshypothese, sowie eine Deskription der Zielsetzung.

In **Kapitel 2** werden zunächst allgemeine Begrifflichkeiten zum Thema Energie näher gebracht und definiert. Nach Darstellung der grundsätzlichen Gesetzmäßigkeiten wird zur Energie im industriebetrieblichen Einsatz übergeleitet. Hier werden die Spezifika betrieblicher Energiesysteme herausgearbeitet und, darauf aufbauend, der Regelkreis des Betrieblichen Energiemanagements (BEM) erläutert. Abgeschlossen wird das Kapitel mit der Diskussion zur Zielsetzung im BEM, sowie einer Beschreibung unterschiedlicher Methoden und Konzepte, die in diesem Bereich Anwendung finden.

Kapitel 3 stellt das zweite Literaturkapitel dar und behandelt das Thema Produktionsstrategien. Ausgehend von der historischen Entwicklung von Produktionssystemen wird auf die Produktion als zentrales Wertschöpfungselement hingeführt. Darauf aufbauend wird die Bedeutung der Produktion als Wettbewerbsfaktor für Industriebetriebe begründet und nachfolgend Ziele und Inhalte in Produktionsstrategien abgeleitet. Am Ende des Kapitels werden ausgewählte Produktionskonzepte vorgestellt.

Kapitel 4 bildet das Rahmenwerk zum Vorgehensmodell des darauffolgenden Abschnitts. Es werden einerseits die notwendigen Ausprägungen der Strategiefelder innerhalb einer Produktionsstrategie diskutiert, andererseits der Begriff des Energieaspekts näher betrachtet. Den Abschluss dieses Kapitels bildet die

¹³ Vgl. Wohinz (2009), S.12

Verknüpfung der Produktionsstrategie mit dem Energie- und Umweltbewusstsein, in der eine grundlegende Kategorisierung von industriellen Unternehmungen passiert.

Kapitel 5 bildet die Synthese der Themenschwerpunkte aus den beiden Literaturkapiteln im Rahmen einer theoretischen Modellbildung. Dazu wird zunächst die theoretische Einordnung des Modells anhand des Modells Integriertes Management nach BLEICHER¹⁴ vorgenommen. Die praktische Einordnung wird auf Basis der DIN EN ISO 50001 dargestellt. Danach erfolgt die Abgrenzung des theoretischen Modells durch eine typologische Einordnung von Industriebetrieben, unter Berücksichtigung der Energieintensität als maßgeblichen Parameter zur Verknüpfung des BEM und des Produktionsmanagements, sowie der maßgeblichen Erfolgsfaktoren in der Produktion. Unter diesen Rahmenbedingungen erfolgt anschließend die Beschreibung des schrittweisen Vorgehens zur Planung einer Energiemanagement integrierenden Produktionsstrategie. Dabei wird auf die Bedeutung von strategischen Aspekten im Energiemanagement, in Abhängigkeit der Zielsetzung in der Produktionsstrategie, eingegangen. Abschließend wird gezeigt, wie die Konzeptgestaltung auf Basis von Maßnahmenkatalogen einer Umsetzung zugeführt werden kann.

Die empirische Erhebung erfolgt in **Kapitel 6**. Mittels Experteninterviews wird das theoretische Modell validiert. Zur Eingrenzung der zu betrachtenden Industrieunternehmungen wird der Parameter Energieintensität in der Produktion und Unternehmungsgröße eingesetzt.

Kapitel 7 bildet den Abschluss der Arbeit. Hier werden die Forschungsfragen beantwortet und ein Ausblick auf offene Fragestellungen gegeben, deren Beantwortung nicht Ziel dieser Arbeit ist oder die im Rahmen dieser Arbeit weiterführend aufgeworfen wurden.

¹⁴ Siehe Bleicher (1999), S.77ff.

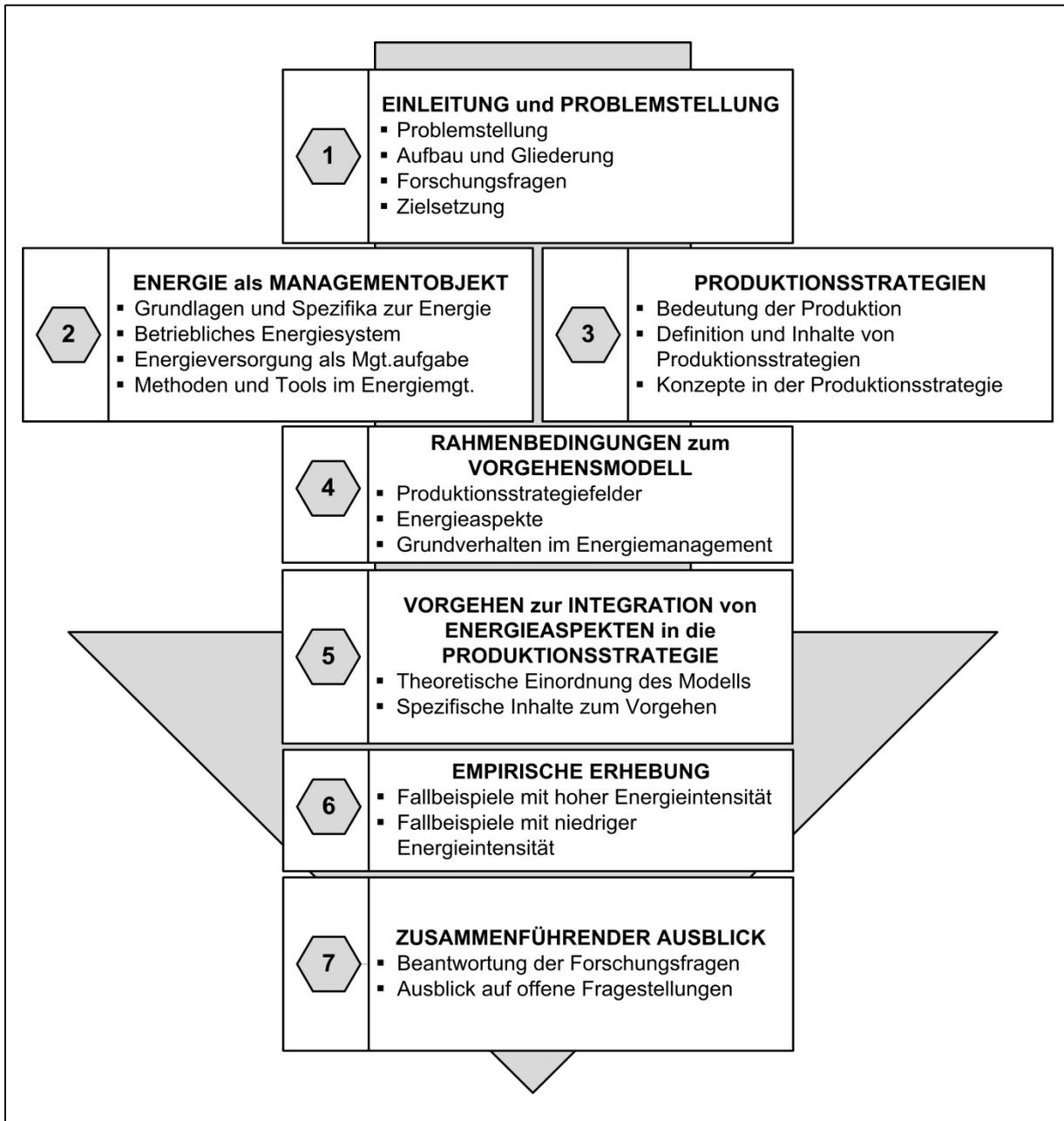


Abbildung 3: Aufbau und Gliederung der Arbeit¹⁵

¹⁵ In Anlehnung an Wohinz (2009), S.12

1.3 Forschungsfragen und Zielsetzung

Forschungsfrage 1)

Welche Bedeutung haben die Themen Energiemanagement und Produktionsstrategie in der Literatur? Wird in der Literatur Bedarf identifiziert, Energiemanagement in die Produktionsstrategie zu integrieren?

Forschungsfrage 2)

Welche Rahmenbedingungen sind bei der Integration des Energiemanagements in die Produktionsstrategie zu berücksichtigen? Lassen sich Unternehmungen auf dieser Basis kategorisieren?

Forschungsfrage 3)

Wie kann ein Vorgehensmodell aussehen, auf Basis dessen eine energieorientierte Produktionsstrategie ausformuliert werden kann? Für welche Kategorie von Unternehmung kann bei der Anwendung dieses Modells ein Mehrwert generiert werden?

Die daraus ableitbaren **Forschungsziele** lassen sich wie folgt beschreiben:

- Identifikation von Rahmenbedingungen zur Schaffung eines konzeptionellen Rahmens zwischen Energiemanagement und Produktionsstrategie
- Ableitung eines Vorgehens zur Integration von Energieaspekten in die Produktionsstrategie
- Validierung des Vorgehensmodells mittels Experteninterviews

Die **Hypothese**, die es zu beweisen gilt, lautet daher:

Abhängig von der Energieintensität gibt es eine deutliche Beeinflussung des Produktionsmanagements durch das Energiemanagement auf strategischer Ebene. Dazu lassen sich Energieaspekte klassifizieren und mittels Vorgehensmodell in die Produktionsstrategie integrieren.

2 Energie als Managementobjekt in Industriebetrieben

In Kapitel 2 werden zunächst allgemeine Begrifflichkeiten zum Thema Energie näher gebracht und definiert. Nach Aufbau eines grundlegenden Verständnisses für den Begriff, wird übergeleitet zur Energie im industriebetrieblischen Einsatz. Hier werden die Spezifika des betrieblichen Energiesystems herausgearbeitet und darauf aufbauend der Regelkreis des Betrieblichen Energiemanagements (BEM) erläutert. Anschließend werden Ziele und Aufgaben des BEM erörtert und daraus strategische Aspekte abgeleitet. Abgeschlossen wird das Kapitel mit der Darstellung unterschiedlicher Methoden und Konzepte, die in diesem Bereich Anwendung finden.

2.1 Begriffe zur Energie

Der Begriff Energie leitet sich aus dem griechischen „energeia“ ab, was so viel wie Tatkraft bzw. Tätigkeit bedeutet. Je nach Anwendungsorientierung wird der Begriff durch technische, chemische, biologische oder physikalische Gesichtspunkte dargestellt oder umgangssprachlich häufig auf soziopsychologischer Ebene verwendet. Zur weiteren Betrachtung in dieser Arbeit wird Energie als physikalischer Begriff verstanden. Nach Max PLANCK ist die Energie *„die Fähigkeit eines Systems, äußere Wirkungen hervorzubringen.“* Physikalisch definiert wird die Energie als *„Fähigkeit eines Systems, Arbeit zu verrichten.“*

Als Maß für Energie gilt die Einheit Joule ($1 \text{ [J]} = 1 \text{ [kg m}^2/\text{s}^2]$). Ein Joule entspricht der Arbeit die notwendig ist, um einen Körper, mit einer Masse von 102 Gramm, einen Meter gegen die Gravitationskraft der Erde zu heben. Für die thermische Energie gibt es eine eigene Maßeinheit, nämlich die Kalorie ($1 \text{ [cal]} = 4,187 \text{ [kJ]}$). Eine Kalorie entspricht der Energie die benötigt wird, um ein Gramm Wasser um ein Grad Celsius zu erwärmen.

Die Besonderheit der Energie liegt darin, dass sie, nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik, weder erzeugt noch vernichtet werden kann, sondern sich nur in ihrer Erscheinungsform verändert. Diese Aussage besitzt bei der Betrachtung eines geschlossenen Systems Gültigkeit. Weiters ist sie in ihrem natürlichen Vorkommen immer an Energieträger gebunden ist. Wenn in der vorliegenden Arbeit der Terminus

„Energieerzeugung“ verwendet wird, ist damit die Umwandlung von einer Energieform bzw. Umwandlungsstufe in eine andere gemeint.

2.1.1 Differenzierung nach Energieform und Umwandlungsstufe

Die grundsätzlich möglichen Formen von Energie sind:¹⁶

- Elektrische Energie
- Mechanische Energie
- Thermische Energie
- Chemische Energie
- Strahlungsenergie
- Kernenergie

Die beiden letztgenannten Energieformen, Kernenergie und Strahlungsenergie, finden in der weiteren Abhandlung keine Berücksichtigung. Bekannte Beispiele für die Zusammenhänge der jeweiligen Energieformen soll Tabelle 1 zeigen. Daraus erschließt sich beispielsweise, dass mechanische Energie durch Reibung und die dabei entstehende Reibungswäre in thermische Energie übergeführt wird.

		Output				
		-	mechanische Energie	thermische Energie	chemische Energie	elektrische Energie
Input	mechanische Energie	-	Reibungswärme	-	Wasserturbine	-
	thermische Energie	Wärmemaschine	-	Thermochemie	elektrischer Generator	-
	chemische Energie	VKM	Heizkessel	-	Brennstoffzelle	Gaslampe
	elektrische Energie	Elektromotor	Induktionsheizung	Elektrolyse	-	Glühbirne
	Strahlungsenergie	Laser	Mikrowellenofen	Solarchemie	Photovoltaik	-
	Kernenergie	-	Kernreaktor	-	-	Radioaktivität
	-	-	-	-	-	-

Tabelle 1: Beispiele für Energieumwandlungsverfahren¹⁷

¹⁶ Erdmann/Zweifel (2008), S.17

¹⁷ Erdmann/Zweifel (2008), S.21

Neben der Erscheinungsform kann Energie auch nach dem Grad der Umwandlung differenziert werden. Bei der Unterscheidung nach dem Grad der Umwandlung gibt es fünf Stufen:¹⁸

- Primärenergie (Total Primary Energy Supply)
- Sekundärenergie
- Endenergie (Total Final Consumption)
- Nutzenergie
- Energiedienstleistung

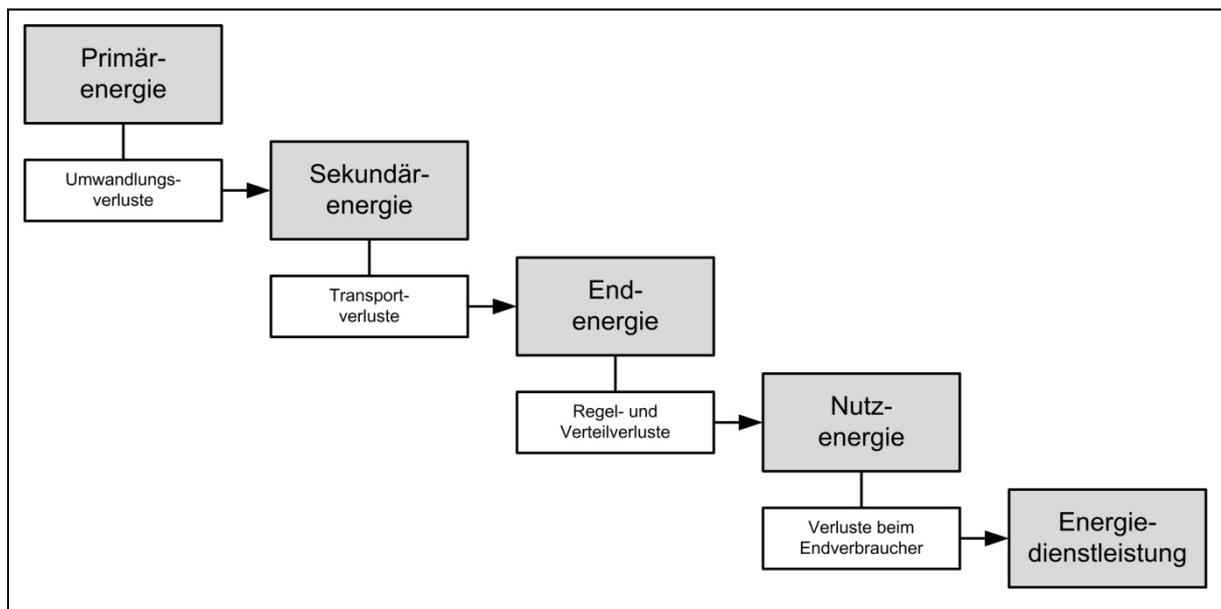


Abbildung 4: Energienutzungskette¹⁹

Unter Primärenergie (oder auch Roh- oder Bruttoenergie) versteht man die Energie, in der die Energieträger noch keine Umwandlung erfahren haben und somit das Dargebot, welches die Natur zur Verfügung stellt. Primärenergie ist in den meisten Fällen nicht dazu geeignet, den Bedarf an Energiedienstleistung direkt zu decken. Daher muss diese in einer oder mehreren Stufen umgewandelt und bei Bedarf und Möglichkeit gespeichert werden.²⁰

Der Begriff der Sekundärenergie hat, entsprechend der Bezeichnung, bereits eine oder mehrere verlustbehaftete Umwandlungen erfahren. Endenergie bezieht sich auf die Energie, die beim Endkunden ankommt. Dies entspricht der Primärenergie

¹⁸ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.24 und Spitzer (2006), S.2.1-2f.

¹⁹ Offner (2001), S.13

²⁰ Vgl. Spitzer (2006), S.2.1-9

abzüglich Leitungs- und Umwandlungsverlusten. Unter Nutzenergie versteht man die Energie, die dem Endnutzer nach einer neuerlichen Umwandlung als Verbrauchsform zur Befriedigung seiner Bedürfnisse zur Verfügung steht. Die Energiedienstleistung entspricht dem Leistungsumfang, den der Energieanwender durch die Energie erhält.²¹ Hierbei kann es sich beispielsweise um einen hellen Raum, eine gefahrene Strecke, oder ein angenehmes Raumklima handeln²². Die Energiedienstleistung ist somit nur schwer messbar. Der Begriffsabgrenzung folgend, lässt sich die Energiedienstleistung somit in vier Gruppen einteilen:²³

- Wärme
- Mechanische Energie
- Nutzelektrizität
- Beleuchtungsenergie

Der daraus abgeleitete Energiefluss wird in Abbildung 5 dargestellt. Weiters wird in dieser Darstellung die Einteilung nach Dargebot auf der einen Seite und Bedarf auf der anderen Seite illustriert. Das Zusammenwirken dieser beiden Bestimmungen darf dabei als dynamisch charakterisiert werden. Die Übergänge der einzelnen Energiestufen sind an Umwandlungsprozesse gekoppelt, die im Falle von Raffinerien, Kraftwerken und Kokereien dargebotsorientiert²⁴ sind. Das bedeutet, dass das Umwandlergebnis in seiner Form von der umzuwandelnden Primärenergie abhängt. Erst in weiteren Umwandlungsschritten, die mit steigender Anzahl der Umwandlungsschritte als steigend bedarfsorientiert anzusehen sind, werden die Prozesse auf ein bestimmtes Endergebnis zur Erreichung der gewünschten Energiedienstleistung hin ausgerichtet. Von den 100 Prozent, die als Primärenergie dargeboten werden, lassen sich schätzungsweise zwischen 10 bis 20 Prozent als Nutzenergie zur Bereitstellung der Energiedienstleistung verwenden. Die restlichen 80 bis 90 Prozent gehen in den Umwandlungs- und Verteilungsprozessen entlang des Energieflusses verloren²⁵.

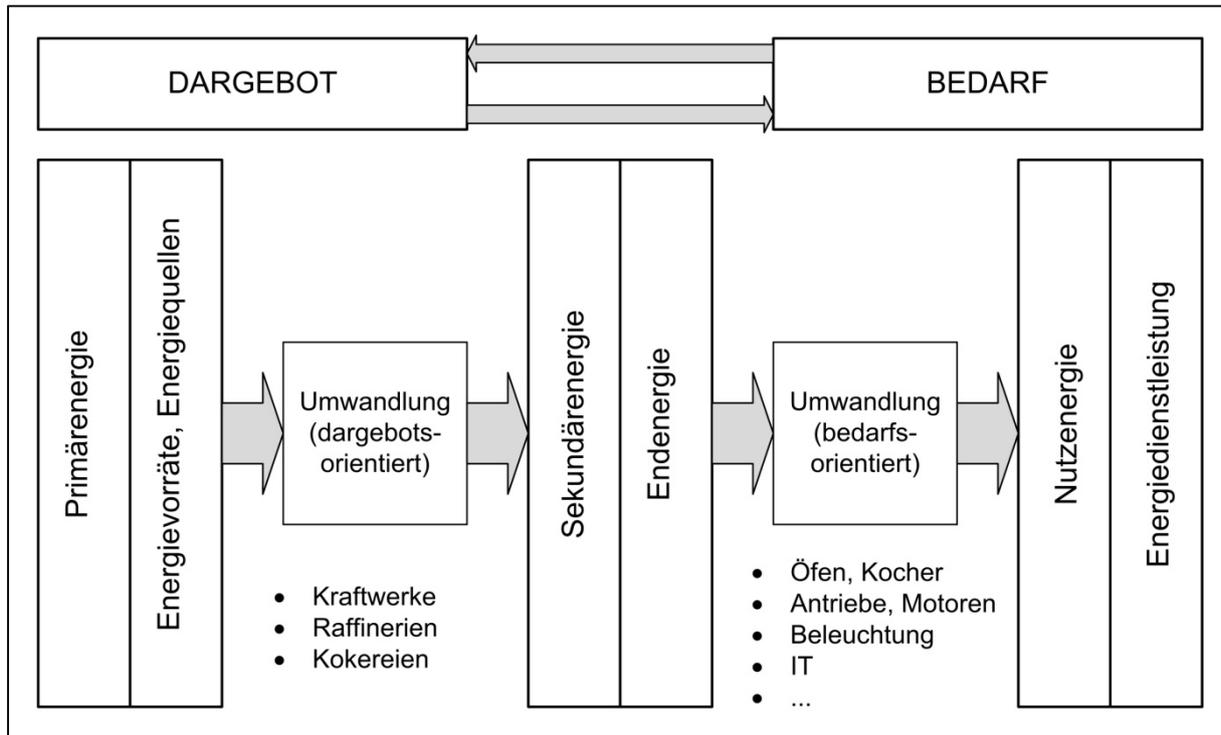
²¹ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.24ff.

²² Vgl. Bachhiesl (2004), S.10

²³ Wohinz/Moor (1989), S.30

²⁴ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.32

²⁵ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.29

Abbildung 5: Grundstruktur des Energieflusses (Dargebot und Bedarf)²⁶

2.1.2 Energiespezifische Begriffe

Erneuerbare Energie

Ressourcen, denen sich über einen für die Menschheit relevanten Zeitraum unbegrenzt Energie entnehmen lässt, nennt man erneuerbar. Erneuerbare oder regenerative Energie wird entweder aus der Nutzung von natürlichen Prozessen, die von der Sonne angetrieben werden, den Bewegungen von Erde und Mond, Erdwärme oder aus direkter Nutzung der Sonneneinstrahlung gewonnen. Häufiger Nachteil an erneuerbaren Energien ist die in der Regel geringe Energiedichte und die oftmals schlecht steuerbare Verfügbarkeit bei Bedarf.²⁷

Erschöpfbare Energieträger

Ressourcen mit begrenztem Energieinhalt nennt man erschöpflich. Unter diese Kategorie fallen alle fossilen Energieträger, sowie Spaltstoffe (Uran, Thorium, etc...). Die erschöpfbaren Energieträger müssen weiter unterteilt werden in Energieressourcen und -reserven.²⁸

²⁶ Wohinz/Moor (1989), S.31

²⁷ Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2004), S.2511f.

²⁸ Vgl. Schwab (2009), S.39f.

Energieressource

Unter diesem Begriff versteht man im allgemeinen Sprachgebrauch die Gesamtheit aller auf der Erde verfügbaren Primärenergieträger, unabhängig davon, ob und in welchem Umfang sie mit heute absehbaren technischen und finanziellen Mitteln genutzt werden können.²⁹

Energiereserve

Energiereserven sind als Teil der Energieressourcen zu sehen. Reserven grenzen sich zu den Ressourcen dadurch ab, dass deren physisches Vorkommen sehr wahrscheinlich und die Förderung zumindest kostendeckend durchführbar ist.³⁰ Die Werte für Vorkommen von Energiereserven und -ressourcen sind einer ständigen Veränderung unterworfen, da sie durch eine dynamische Grenze³¹ getrennt werden. Vor allem die Entwicklung von Fördertechnologien und die damit verbundenen Kosten, sowie die Rohstoffpreise haben einen entscheidenden Einfluss auf diese Unterteilung. Abbildung 6 zeigt die Klassifizierung von Rohstoffvorkommen in Reserven, die entdeckt und mit heutiger Technologie, sowie aktuell erzielbaren Rohstoffpreisen wirtschaftlich nutzbar sind.

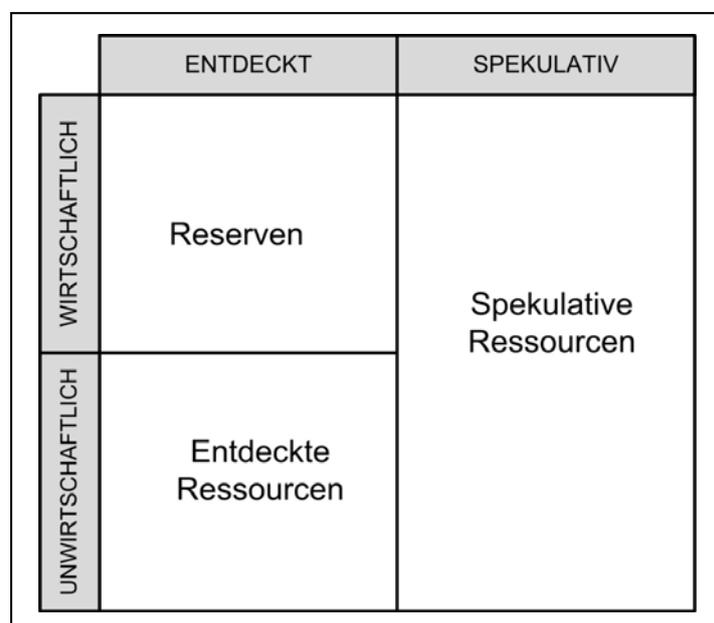


Abbildung 6: Einteilung von Rohstoffvorkommen nach McKELVEY³²

²⁹ Vgl. Schwab (2009), S.39f.

³⁰ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.122

³¹ Vgl. Posch (2011), S.47

³² Ross (2001), S.12

Entdeckte Ressourcen sind in ihrem Vorkommen bereits bekannt, die Nutzung unter den aktuellen technologischen und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen unrentabel. Als dritte Kategorie sind die spekulativen Ressourcen angeführt, deren Existenz vermutet wird, für die aber kein Nachweis über Position und Quantität existiert.³³

2.2 Das betriebliche Energiesystem

Der Industriebetrieb wird definiert als *„ein Betrieb, der gewerblich, unter maßgeblichen Einfluss von Maschinen, nach dem Prinzip der Arbeitsteilung Sachgüter erzeugt und auf großen Märkten absetzt.“*³⁴

Durch das Kriterium der Sachgüterproduktion lässt sich eine Industrieunternehmung in seiner Art der Leistungserbringung gegenüber einer Dienstleistungsunternehmung abgrenzen, wobei auch zunehmend produktionsbezogene Dienstleistungen (z.B. Softwareherstellung) von Industriebetrieben erbracht werden.³⁵

Das Vorhandensein von Energie zur Unterstützung oder Ermöglichung von Tätigkeiten, Prozessen oder Verfahren ist als Grundvoraussetzung für wirtschaftliches Handeln zu verstehen.³⁶

Energie ist als Bedarfsobjekt wirtschaftlichen Handelns immer eine Form der Nutzenergie. Im Unterschied zu anderen Bedarfsobjekten kann die Nutzenergie nicht unmittelbar gehandelt werden. Die Deckung des Energiebedarfs erfolgt über den Industriebetrieb als Verbraucher selbst, indem die erworbenen Endenergieträger durch technische Einrichtungen und Anlagen am Ort und im Augenblick des Bedarfs in die notwendige Form der Nutzenergie umgewandelt werden. Als Charakteristikum der betrieblichen Energieversorgung sind daher drei Elemente zu sehen, nämlich der Bedarf an Nutzenergie bzw. Energiedienstleistung, die Notwendigkeit von technischen Anlagen und Vorrichtungen zur Energiewandlung, sowie der Bedarf an Endenergieträgern.³⁷

³³ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.122

³⁴ Gabler Wirtschaftslexikon (2004), S.1470f.

³⁵ Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2004), S.1470f.

³⁶ Vgl. Förtsch/Meinholz (2011), S.303

³⁷ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.32f.

2.2.1 Energie im industriebetrieblchen Leistungserstellungsprozess

Nach BAUMBERGER³⁸ kann die Energie einerseits als Komfortfaktor mit Einwirkung auf den Menschen, also als Produktionsfaktor im weiteren Sinne, sowie als Produktionsfaktor im engeren Sinne verstanden werden. Produktionsfaktoren im weiteren Sinne haben die Funktion, Umgebungsbedingungen zu schaffen (Beleuchtung, Temperatur, Klima etc.), in der eine Arbeit verrichtende Person menschengerecht arbeiten kann. Energie als Produktionsfaktor im engeren Sinne wird direkt zur Erzeugung von Gütern und Sachleistungen eingesetzt und wirkt damit unmittelbar auf die verwendeten Betriebsmittel und Produkte (siehe Abbildung 7).

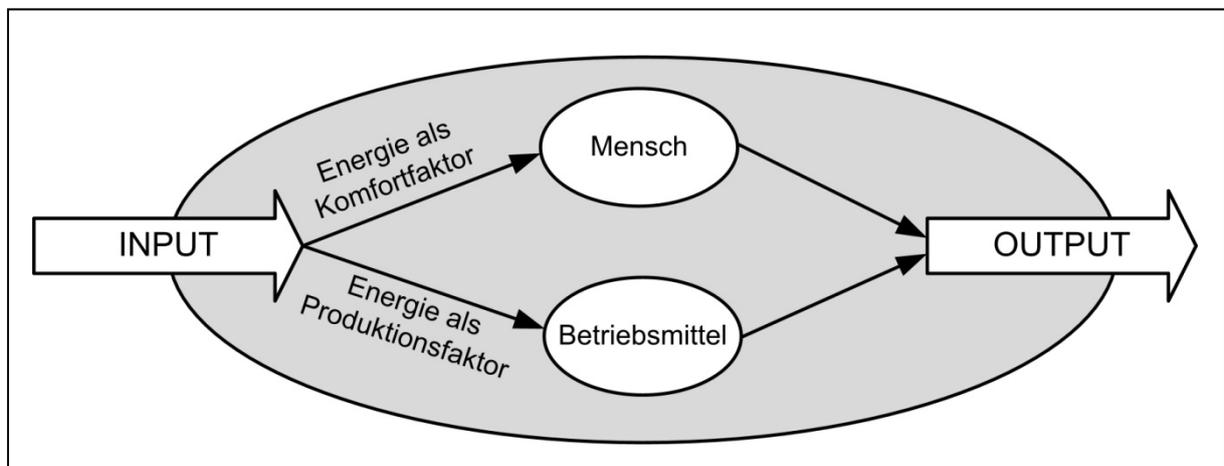


Abbildung 7: Betriebliche Arbeitssysteme als Ort energetischer Transformationsprozesse (in Anlehnung an REFA)³⁹

Die Höhe des Verbrauchs von Primärenergie im industriellen Kontext wird maßgeblich durch den Nutzenergiebedarf und die Effizienz der eingesetzten Produktionsanlagen determiniert. Die Struktur des Verbrauchs hingegen hängt stark von allgemeinen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wie der Verfügbarkeit von Primärenergieträgern, den Preisen dafür, den gesetzlichen Rahmenbedingungen oder der verfügbaren Technologie in Umwandlungsanlagen ab.⁴⁰

Im Gegensatz zu anderen Verbrauchergruppen (z.B. Haushalte) zeichnet sich die Industrie in der Regel durch ihre wirtschaftlich begründete gleichmäßige Lastkurve

³⁸ Vgl. Baumberger (1981), S.65

³⁹ Wohinz/Moor (1989), S.7

⁴⁰ Vgl. Waltenberger (2005), S.14

aus. Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dass Produktionsanlagen mit möglichst hoher zeitlicher Auslastung betrieben werden. Daher unterliegen insbesondere die Spitzenlasten geringen Schwankungen in Zeit und Höhe. Industriebetriebe mit energieintensiven Produktionsprozessen nutzen, unter Berücksichtigung der Spezifika der Energieumwandlungsanlagen, darüber hinaus ein dynamisches Lastmanagement zur Kappung von Leistungsspitzen und gleichzeitigem Auffüllen von Belastungstätern.⁴¹ Diese Maßnahme hat große Bedeutung bei der Vermeidung von Versorgungsengpässen im elektrischen Stromnetz zu Spitzenlastzeiten. Neben tariflichen Anreizen von Seiten des EVU kann dies im industriellen Bereich durch Nutzung von Energiedienstleistungsspeichern (physisches Zwischenlager von Erzeugnissen nach dem Engpass der Produktionsanlage), Zuschaltung von Reservekapazitäten (z.B. ungenutzte Eigenerzeugungsanlagen, Notstromaggregate), freiwillige kurzzeitige Produktionsunterbrechungen, Anpassung von Wartungsintervallen sowie Umorganisation von Betriebsurlauben passieren.⁴²

Nutzenergie kann den Produktionsprozessen einerseits in direkter Form und andererseits in indirekter Form zugeführt werden. Die direkte Erscheinungsform kann Prozesswärme (z.B. für Schmelz- und Glühprozesse, Kocher etc.), mechanische Energie (z.B. für Antriebseinrichtungen, Walzen, Pressen etc.) oder Nutzelektrizität (für Elektrolyse und Galvanik) sein. Zum Betrieb indirekt am Produktionsprozess beteiligter Hilfseinrichtungen können Heizwärme (z.B. für Raumheizung, Klimatisierung, Brauchwarmwasser etc.), mechanische Energie (z.B. für Antriebseinrichtungen von Lüftern und Pumpen, Kompressoren etc.), Nutzelektrizität (z.B. für IT Anlagen und Signaleinrichtungen) und Beleuchtungsenergie (für Licht) nachgefragt werden.⁴³

2.2.2 Der betriebliche Energiefluss

Zur Deckung des notwendigen Energiebedarfs bzw. zur Versorgung mit notwendigen Energieträgern ergibt sich aus technischer Sicht ein betrieblicher Energiefluss, der auch den Überlegungen zum Betrieblichen Energiemanagement zu Grunde gelegt werden muss. Den technischen Kategorien des Energieträgerbezugs- der

⁴¹ Vgl. Waltenberger (2005), S.18

⁴² Vgl. Stigler/Gutschli (2006), S.3ff.

⁴³ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.33

Energieumwandlung und -verteilung, Energienutzung, Energieentsorgung, der Rückgewinnung von Energie und des Energieverkaufs, lassen sich die entsprechenden Funktionen im Energiemanagement zuordnen.⁴⁴

Aktive Gestaltung von **Energiebeschaffung und -nutzung** sind in der Regel auch bei kleineren Unternehmungen zu finden, während das Vorhandensein von eigenen Anlagen zur Energieumwandlung abhängig von der Höhe des Energiebedarfs und der spezifischen Anforderungen des jeweiligen Produktionsbetriebes ist. In der Beschaffung geht es insbesondere um die Minimierung von Beschaffungs- und Preisrisiken, sowie um den in Leistung und Menge bedarfsgerechten Einkauf von emissionsarmen Energieträgern. Hier bildet sich daher oftmals ein Zielkonflikt zwischen dem Aspekt der Umweltverträglichkeit des Energieträgers bei gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit und niedrigem Preisrisiko. Negative Wechselbeziehungen sind seltener anzutreffen, wenn es um die Frage von Wirtschaftlichkeit und einer sicheren und ausreichenden Energieversorgung geht.⁴⁵ In der **Umwandlungs- und Verteilungsfunktion** steht besonders die Sicherstellung eines störungsfreien Energieflusses im Vordergrund.⁴⁶ Um- oder Niveauumwandlung passiert in der Regel durch zentrale Anlagen von wo aus über Rohr- oder Leitungsnetzwerke die Energieträger zum Ort der Nutzung verteilt werden.⁴⁷ In der **Energienutzung** wird die dort ankommende Energie für Produktionszwecke eingesetzt. Allerdings ist die ankommende Energieform selten diejenige, die tatsächlich benötigt wird.⁴⁸ Daher erfolgt am Ort der Nutzung nochmals eine Umwandlung der bereitgestellten Einsatzenergieträger in die notwendige Nutzenergie.⁴⁹ Nur ein Teil der eingesetzten Energie wird in den Produkten gespeichert. Ein großer Teil geht in Form von Abwärme an die Umgebung verloren.⁵⁰ Die Energie, die nicht von internen Verbrauchern abgenommen werden kann, muss im Rahmen der **Entsorgungsfunktion** an externe Abnehmer verkauft werden.⁵¹ Abbildung 8 stellt die Teilbereiche im betrieblichen Energiefluss in der Verknüpfung zueinander dar.

⁴⁴ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.37ff.

⁴⁵ Vgl. Waltenberger (2005), S.126f.

⁴⁶ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.40

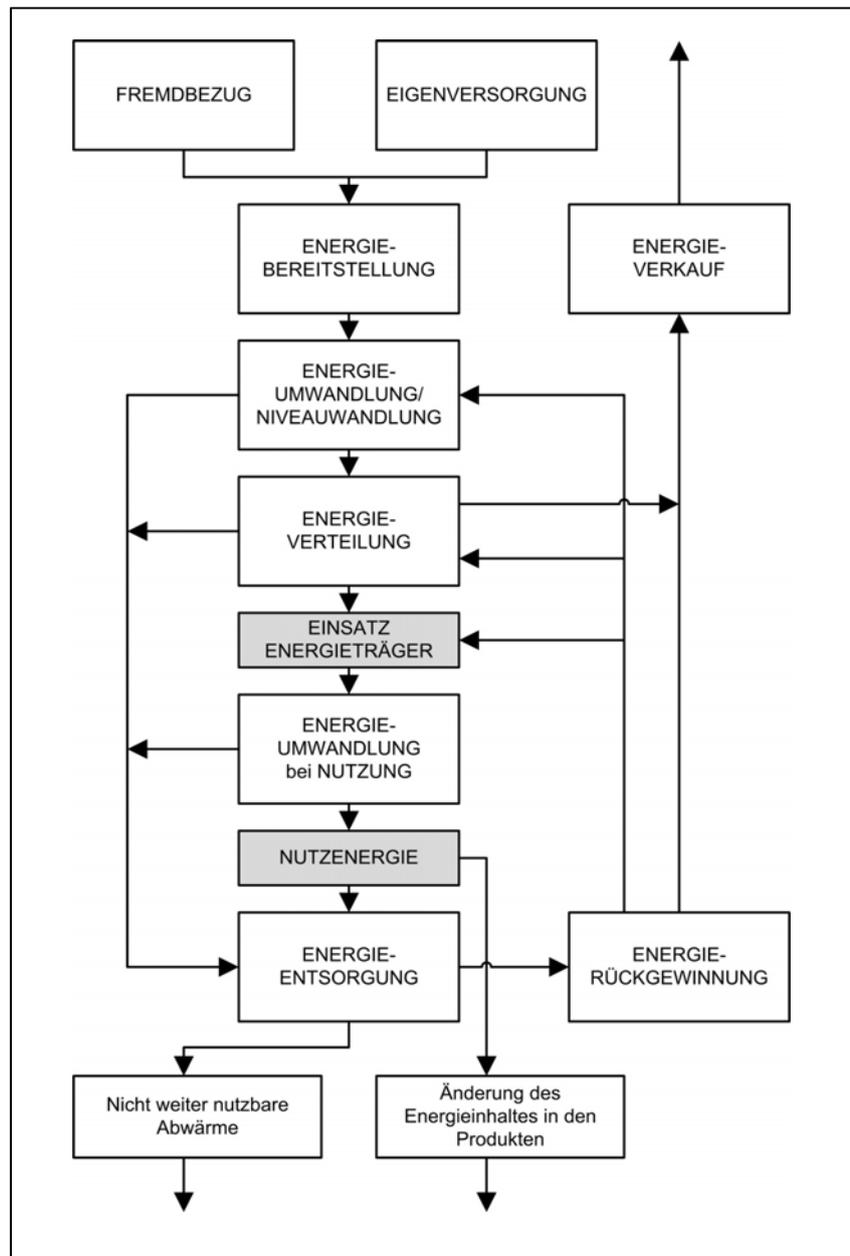
⁴⁷ Vgl. Posch (2011), S.141

⁴⁸ Vgl. Strebel (1999), S.5

⁴⁹ Vgl. Posch (2011), S.143

⁵⁰ Vgl. Posch (2011), S.144f.

⁵¹ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.40

Abbildung 8: Teilbereiche im betrieblichen Energiefluss⁵²

2.3 Betriebliche Energieversorgung als Managementaufgabe

„Management ist die Transformation von Ressourcen in Nutzen.“⁵³

Management, und damit auch Energiemanagement in der Unternehmung, muss von Menschen konzipiert und realisiert werden. Daher ist die ausgewogene Integration

⁵² Wohinz/Moor (1989), S.38

⁵³ Malik (2005), S.26

des Energiemanagements in das Management der Gesamtunternehmung- zur Erreichung der geforderten betriebswirtschaftlichen Effizienz- von hoher Bedeutung.⁵⁴ Die konsequente Unterstützung durch die Unternehmungsführung bildet die Grundlage für einen bewussten und rationellen Umgang mit Energie in der Unternehmung. Aufgabenstellungen zu einer effektiveren Energieanwendung im betrieblichen Kontext müssen unmittelbar in die Funktionalbereiche der Planungs- und Entscheidungsebene integriert werden.⁵⁵

2.3.1 Energiemanagement als Managementdisziplin

Der Begriff Management kann auf zwei Arten verstanden werden: In einer institutionellen Sichtweise umfasst das Management Personen und Ebenen einer Organisation, welche leitende Funktionen übernehmen und hauptsächlich dispositiv agieren. In einer funktionalen Sicht werden die Aufgabeninhalte der handelnden Personen bzw. Institutionen schwerpunktmäßig betrachtet.⁵⁶

BLEICHER definiert die Funktionen des Managements als Gestaltung, Lenkung und Entwicklung von Unternehmungen in einem komplexen und dynamischen Umfeld:⁵⁷

- **Gestaltung** bedeutet die Definition eines Rahmens, der die Grundlage zur Ausbildung von Entwicklungsfähigkeiten ermöglicht.
- **Lenkung** als Managementaufgabe behandelt speziell die Ausformulierung und die Überprüfung der Erreichung von Zielen.
- **Entwicklung** beschäftigt sich besonders mit der Einleitung und Bewältigung von Veränderungsprozessen.

Es werden speziell diese Funktionen in den Vordergrund gestellt, da dadurch eine flexible Anpassung der Unternehmung an sich ändernde Umfeldbedingungen sowie die wachsenden Bedürfnisse der Mitarbeiter durch Selbstgestaltung und Selbstentwicklung des Managements berücksichtigt werden können.⁵⁸

⁵⁴ Vgl. Schieferdecker (2006), S.3

⁵⁵ Vgl. Bonneschky (2006), S.188f.

⁵⁶ Vgl. Wohinz (2003), S.21

⁵⁷ Vgl. Bleicher (1999), S.54

⁵⁸ Vgl. Bleicher (1999), S.54f.

Im Energiemanagement besitzt sowohl die institutionelle, als auch die funktionale Sichtweise ihre Gültigkeit. Die Gestaltung und tatsächliche Institutionalisierung des Energiemanagements ist nur selten vorzufinden, da speziell in kleinen und mittleren Unternehmungen die Produktion, als unmittelbar wertschöpfend, im Vordergrund steht und ein Energiemanagement oftmals als unnötig angesehen wird.⁵⁹ Eine der größten Herausforderungen in diesem Zusammenhang ist die Kompetenzverteilung und Findung von geeigneten Ansprechpartnern für energiewirtschaftliche Sachverhalte. In der Regel sind mehrere Abteilungen einer Unternehmung (z.B. Produktion, Facility Management, Instandhaltung etc.) unterschiedlich stark betroffen von energiewirtschaftlichen Angelegenheiten. Es ist daher von eminenter Wichtigkeit, Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten klar zu definieren.⁶⁰

Dem Energiemanagement als Prinzip liegen daher Überlegungen zu Grunde, wie nachfolgend angeführt:⁶¹

- Als Ausgangspunkt ist immer der energiewirtschaftliche Ist-Zustand der Unternehmung zu sehen (siehe auch Abbildung 12).
- Energiemanagement ist als Bestandteil der Strategie und Philosophie einer Unternehmung zu sehen, worin längerfristige, realistische Energiekonzepte verfolgt werden.
- Durch das Energiemanagement kann der Zusammenhang zwischen Materialfluss und Kostenfluss in Relation zum Energiefluss in der Unternehmung hergestellt und entsprechende Steuermaßnahmen gesetzt werden.
- Aus diesem Steuerungsprozess lassen sich unter Berücksichtigung der energetischen Aspekte notwendige Schlussfolgerungen ziehen, die unter Beachtung der betrieblichen Prioritätensetzung zu realisieren sind.
- Als Grundvoraussetzung gilt ein ausreichend motiviertes Personal zur Umsetzung der entwickelten Konzepte und Ideen.

⁵⁹ Vgl. Offner (2001), S.17

⁶⁰ Vgl. Kaiser/Starzer (1999), S.10

⁶¹ Vgl. Schieferdecker (2006), S.3f.

Bei der Einführung betrieblicher Energiemanagementprogramme ist es wichtig, folgende Punkte zur Erreichung eines nachhaltigen Erfolgs derselben vorab zu identifizieren:⁶²

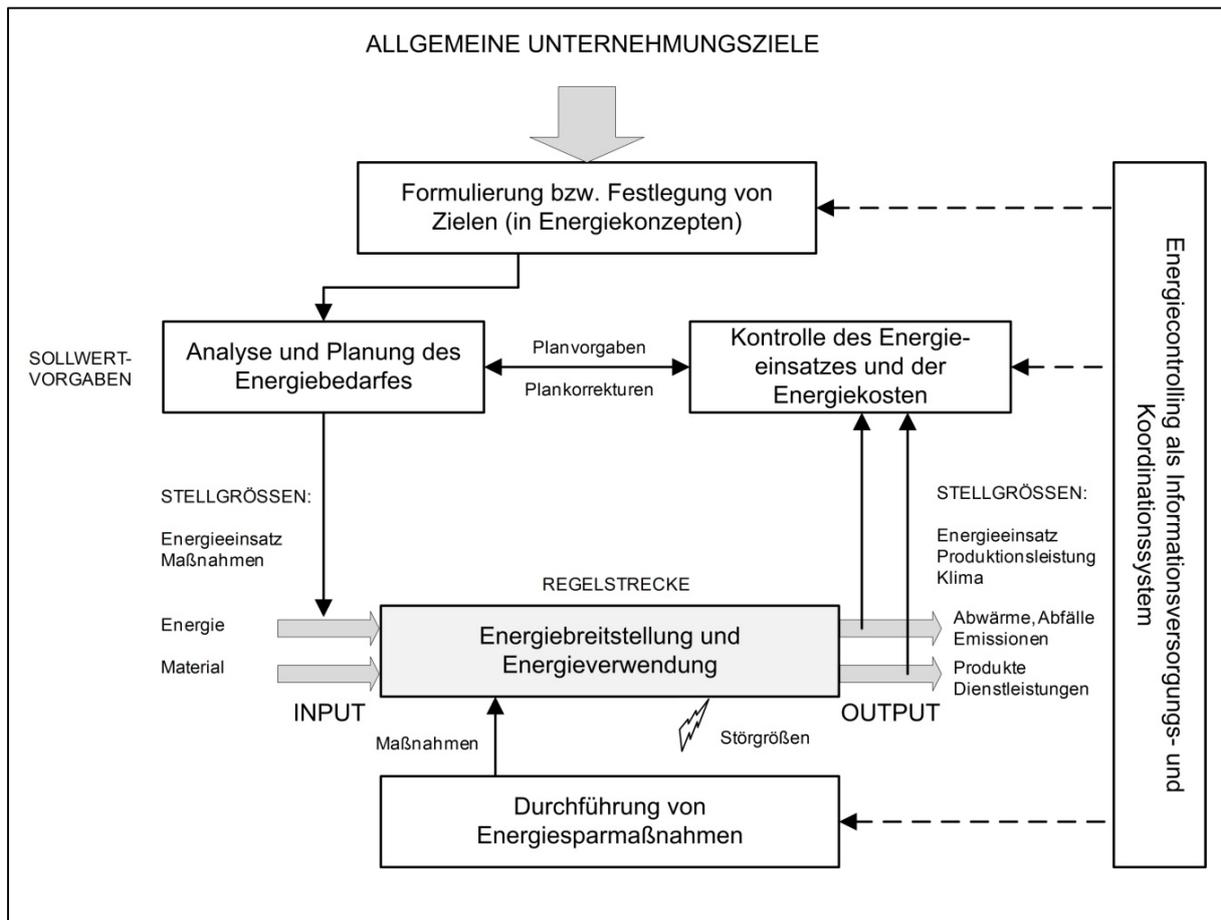
- Welche sind die prioritären einzuleitenden Aktivitäten und Programme, d.h. welche Aktionen werden mit Blick auf die verfügbaren Ressourcen die größten Verbesserungen erbringen?
- Was muss erreicht werden und was ist der Zeitrahmen dafür, d.h. Definition des Kernziels der Aktion und wann dieses erreicht werden muss?
- Wer ist verantwortlich und welche Ressourcen sind für die Umsetzung der Aktionspläne erforderlich, d.h. wer hat die Gesamtverantwortung und die Befugnisse, um sicherzustellen, dass die Pläne auch umgesetzt werden, welches Personal und welche finanziellen Mittel sind erforderlich?
- Wie werden die Energiemanagement Programme überwacht und überarbeitet, d.h. wie werden Fortschritte überwacht und wie wird das Management über die Erreichung bzw. Nichterreichung des Ziels informiert und wie werden Verbesserungen in der Energieeffizienz dokumentiert?
- Spiegeln die Energiemanagement- Programme die Energiepolitik, strategische und operative, sowie rechtliche und andere Verpflichtungen wider?

Die Lenkungsfunktion im Betrieblichen Energiemanagement beinhaltet die Formulierung von Zielen und die Durchführung der daraus abgeleiteten Aktivitäten. Das Regelkreismodell nach WOHINZ/MOOR⁶³ (siehe Abbildung 9) berücksichtigt diesen Umstand.⁶⁴

⁶² Vgl. ÖNORM EN 16001 (2009), S.19f.

⁶³ Wohinz/Moor (1989), S.43

⁶⁴ Vgl. Offner (2001), S.18

Abbildung 9: Regelkreis des betrieblichen Energiemanagements⁶⁵

Nachfolgend wird das Regelkreismodell, wie in Abbildung 9 dargestellt, erklärt:⁶⁶

Formulierung und Festlegung von Zielen

Auf Basis der energetischen Betriebs- und Umfeldanalyse sowie unter Berücksichtigung der allgemeinen Unternehmungsziele werden die Ziele des Betrieblichen Energiemanagements festgelegt. Als Ziele sind Zustände zu definieren, die künftig erreicht werden sollen. Ergänzend sollen hier bereits grobe Ansätze für Konzepte oder Lösungsmöglichkeiten zur Erreichung dieser Ziele aufgezeigt werden.

Analyse und Planung des Energiebedarfs

Aufbauend auf eine energetische Betriebsanalyse setzt die Energieplanung laufend Ziele in materieller, wie auch zeitlicher Hinsicht um und koordiniert den tatsächlich anfallenden Bedarf an Energie in der Produktion mit den Aktivitäten der

⁶⁵ Wohinz/Moor (1989), S.43

⁶⁶ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.44f.

Energiebereitstellung. An dieser Stelle wird die Grundlage für die Energieflusssteuerung und -kontrolle gebildet.

Bereitstellung und Verwendung der Einsatzenergie

Unter diesem Punkt ist die eigentliche Energieversorgung des Betriebs (Bereitstellung, Umwandlung, Verteilung und Verwendung) mit Einsatzenergieträgern, sowie deren Einsatz im betrieblichen Leistungserstellungsprozess zu verstehen.

Kontrolle des Energieeinsatzes und der Energiekosten

Hier wird der Grad der Zielerreichung durch die Gegenüberstellung von Ist-Zustand und Soll-Zustand kontrolliert. Wesentliche Schwerpunkte werden in der Durchführung von Messungen und Kostenanalysen und, darauf aufbauend, Abweichungsanalysen gelegt.

Durchführung von Energiesparvorhaben

Im Rahmen des Energiemanagements ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess zur Reduzierung des Energieeinsatzes anzustreben. Dazu stellt die Durchführung von Energiesparprojekten bzw. -maßnahmen eine zweckmäßige Ergänzung dar.

Energiecontrolling

Die Funktion des Energiecontrollings ist als Servicefunktion im Regelkreismodell zu verstehen. Hier werden Planungs- und Kontrollprozesse in Gang gehalten sowie die dafür notwendigen Informationen bereitgestellt.

Das Energiemanagement erschöpft sich also nicht nur in der reinen Sicherstellung des betrieblichen Energieflusses, sondern ist eine integrale Managementfunktion, die von der Zielsetzung über die Planung bis Umsetzung und Kontrolle des Energieeinsatzes sowie der Energiekosten reicht.⁶⁷

⁶⁷ Vgl. Altenhofer (1997), S.8

2.3.2 Zieldimensionen im Energiemanagement

Die Energieversorgung unterliegt in wirtschaftlicher Hinsicht bestimmten Eigenheiten, die sich aus einer gesicherten Bereitstellung der Energie ergeben. Darunter fallen beispielsweise die verhältnismäßig langen Vorbereitungs- und Bauzeiten der Anlagen zur Energieversorgung, die hohe Kapitalintensität oder auch die begrenzte oder fehlende Lagerfähigkeit einzelner Energieträger.⁶⁸

ERDMANN/ZWEIFEL beschreiben das „magische Dreieck energiepolitischer Ziele“⁶⁹ im Kontext des gesamten Energiemarktes daher mittels der drei nachstehenden Kriterien (siehe auch Abbildung 10):⁷⁰

- Preiswürdigkeit
- Umweltverträglichkeit
- Versorgungssicherheit

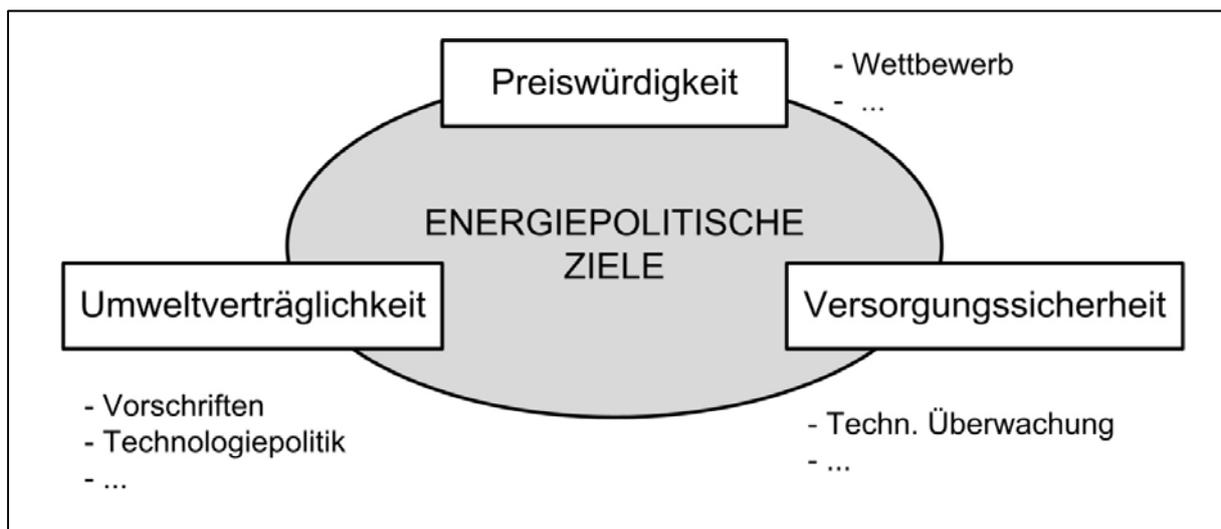


Abbildung 10: Das magische Dreieck energiepolitischer Ziele⁷¹

Eingebettet in das erweiterte Spannungsfeld des unternehmerischen Wirkens unterliegt das Betriebliche Energiemanagement denselben Zielkonflikten, wie andere

⁶⁸ Vgl. Musil (1972), S.5f.

⁶⁹ Erdmann/Zweifel (2008), S.10

⁷⁰ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.10

⁷¹ Erdmann/Zweifel (2008), S.10

Managementbereiche auch. Dabei werden die Dimensionen nach HOPFENBECK durch nachfolgend aufgezählte Punkte beschrieben:⁷²

- **Ökonomische Dimension** (Rentabilität bzw. Liquidität; Wirtschaftlichkeit bzw. Produktivität; Erfolgspotentiale bzw. Wettbewerbsfähigkeit)
- **Soziale Dimension** (Arbeitsmotivation und -zufriedenheit; Humane Arbeitsbedingungen; Arbeitsplatzschaffung und -erhaltung; Mitbestimmung)
- **Ökologische Dimension** (Rohstoffschonung; Okkupation bzw. Emission; Wahrung der natürlichen Lebensgrundlagen; Sicherung der Lebensqualität)

WOHINZ/MOOR⁷³ definieren als Globalziel des Betrieblichen Energiemanagements die „*Gestaltung einer energiebewussten Produktion*“⁷⁴, welches sich durch folgende Aspekte charakterisieren lässt:

- Sicherstellung einer technisch entsprechenden, zuverlässigen und störungsfreien Energieversorgung
- Sicherung einer rationellen, wirtschaftlichen und kostengünstigen Energieversorgung
- Sicherung einer mitarbeitergerechten und umweltschonenden Energieversorgung

WALTENBERGER⁷⁵ beschreibt die wesentlichen Kernziele der industriellen Energiewirtschaft durch:

- Wirtschaftlichkeit
- Versorgungssicherheit
- Umweltverträglichkeit

Nach SCHIEFERDECKER⁷⁶ muss es das Ziel jeder Art von industriellem Energiemanagement sein, „*den gesamten Betriebsablauf, aber auch die einzelnen Prozesse und Anlagen, effizienter zu gestalten bzw. zu betreiben und so über die Energiekosten zur Senkung der gesamten Betriebskosten zu gelangen.*“⁷⁷ Weiters soll sichergestellt sein, dass die eingesetzte Energie zur Erzeugung und Sicherung

⁷² Vgl. Hopfenbeck (1990), S.41

⁷³ Vgl. Wohinz/Moor (1989) S.21 und S.51

⁷⁴ Wohinz/Moor (1989), S.21

⁷⁵ Vgl. Waltenberger (2005), S.125

⁷⁶ Vgl. Schieferdecker (2006), S.2f.

⁷⁷ Schieferdecker (2006), S.2

des Bedürfnisses nach Nutzenergie möglichst günstig und verlustfrei bereitgestellt werden kann. Dies kann nur passieren, indem Produktionsmitarbeiter sich des optimalen Energieeinsatzes in der Produktion bewusst sind. Hier ist Motivation gefragt, um Mitarbeiter zu qualifizieren und wachsam zu halten für Energieverschwendung im Produktionsprozess.

ENGELMANN⁷⁸ leitet aus der Literatur vier Zielkriterien für das Betriebliche Energiemanagement ab:

- **Zuverlässigkeit** mittels störungsfreier Energiebereitstellung.
- **Effizienz** im Verständnis von Wirtschaftlichkeit im Energieeinsatz.
- **Nachhaltigkeit** als Ausdruck von Mitarbeiter- und Umweltorientierung.
- **Transparenz und Motivation** durch effektives Informationswesen, Schulung und Kommunikation.

In Abhängigkeit der Unternehmungsziele Kosten, Zeit, Qualität und Sozioökologie sieht POSCH⁷⁹ nachfolgende energiewirtschaftliche Zielaspekte:

- Energiekosten
- Versorgungssicherheit und Anpassungsfähigkeit
- Umweltbeeinflussung, Sicherheit und Komfort
- Verfahrenstechnische Qualitätsaspekte

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die in der vorliegenden Arbeit und der in der Literatur explizit genannten Zieldimensionen im Betrieblichen Energiemanagement. Trotz teilweise unterschiedlich verwendeter Termini finden die Dimensionen Wirtschaftlichkeit (bzw. Effizienz), Umweltverträglichkeit (bzw. Nachhaltigkeit) sowie Versorgungssicherheit in einem Großteil der betrachteten Literatur Berücksichtigung.

⁷⁸ Vgl. Engelmann (2008) in Müller et al. (2009), S.28

⁷⁹ Vgl. Posch (2011), S.148

ZIELDIMENSION	ERDMANN/ ZWEIFEL	HOPFENBECK	WOHINZ/ MOOR	WALTENBERGER	SCHIEFERDECKER	ENGELMANN	POSCH
Wirtschaftlichkeit bzw. Effizienz	x	x	x	x	x	x	x
Umwelt- verträglichkeit bzw. Nachhaltigkeit	x	x	x	x		x	x
Versorgungs- sicherheit	x		x	x	x	x	x
Transparenz und Motivation					x	x	
Verfahrens- techn.Qualitäts- aspekte			teilw.				x

Tabelle 2: Zusammenfassung der Zieldimensionen im BEM

In der vorliegenden Arbeit werden die Zieldimensionen **Wirtschaftlichkeit**, **Umweltverträglichkeit** und **Versorgungssicherheit** weiteren Überlegungen zur Thematik des Energiemanagements zu Grunde gelegt.

2.3.3 Das Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001

Die nachfolgend vorgestellte DIN EN ISO 50001 soll zur Unterstützung beim Aufbau von Systemen und Prozessen zur Verbesserung der Energieeffizienz dienen. Die Grundlage für diese Norm bildet der PDCA Zyklus (Plan-Do-Check-Act). Dabei soll diese Norm in allen Unternehmungen, unabhängig von Art oder Größe der Organisation, Anwendung finden. Die **Energiepolitik** stellt mit Hilfe von Erklärungen der Organisation über Absichten und Prinzipien im Bereich Energie den Rahmen für entsprechende Aktivitäten. Die Kernelemente der **Planungsphase** sind die Ermittlung und Überprüfung von Energieaspekten unter Berücksichtigung rechtlicher Verpflichtungen, um daraus Energieziele abzuleiten. Nach der Planungsphase erfolgt der Schritt zur **Verwirklichung und Betrieb** (in Abbildung 11 als „Implementierung“ bezeichnet). Darin werden Ressourcen bereitgestellt, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Befugnisse zugeteilt. Das **interne Audit** ist notwendig, um regelmäßig

Überprüfungen hinsichtlich Übereinstimmung der Aktivitäten mit der vorgegebenen Energiepolitik mit den definierten Zielvorgaben, Einhaltung gesetzlicher Verpflichtungen und die generelle Anwendung des Managementsystems durchführen zu können.⁸⁰

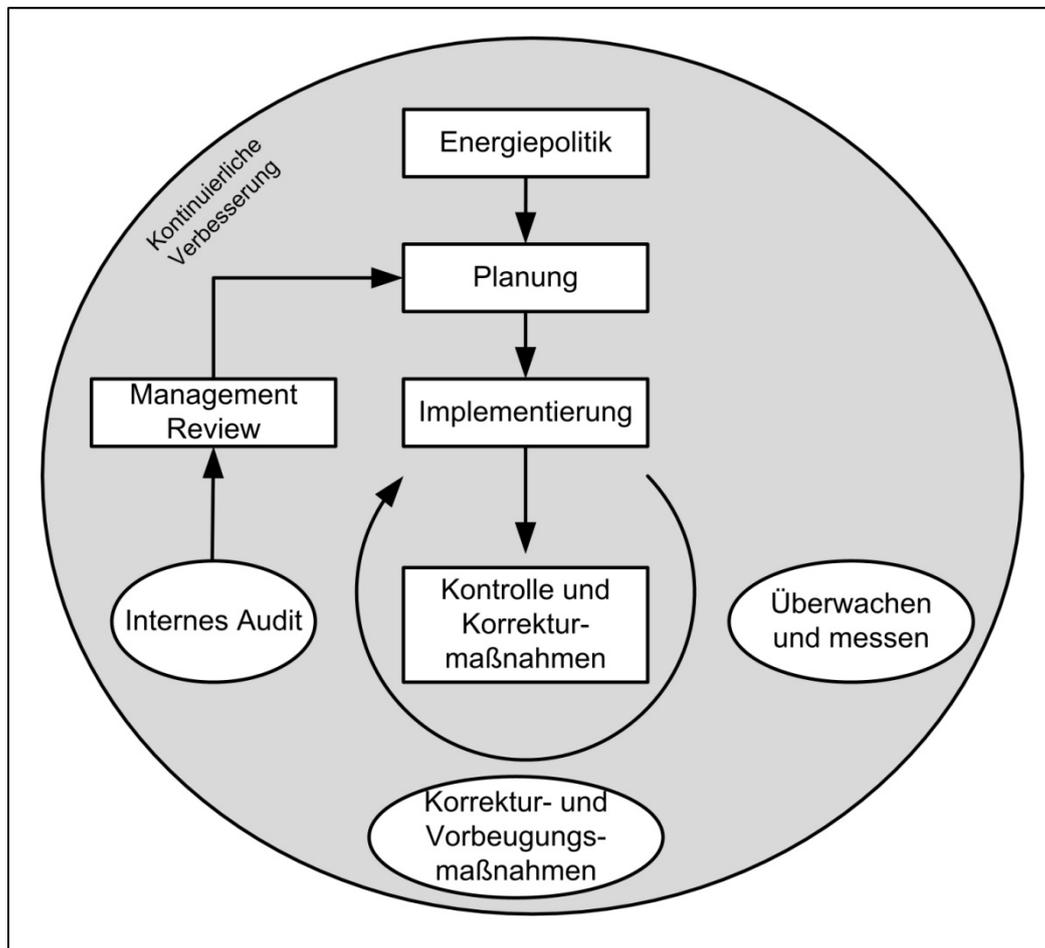


Abbildung 11: Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001⁸¹

2.3.4 Das betriebliche Energiekonzept

Die Entwicklung eines betrieblichen Energiekonzepts bildet die Grundvoraussetzung für energiewirtschaftliche Überlegungen und Optimierungen.⁸² Grundlage zur Entwicklung eines Energiekonzepts ist die intensive Analyse der Ist-Situation des zu untersuchenden Industriebetriebs.⁸³

⁸⁰ Vgl. ÖNORM EN 16001 (2009), S.5ff.

⁸¹ In Anlehnung an ÖNORM EN 16001 (2009), S.5

⁸² Vgl. Fünfgeld (2006), S.175f.

⁸³ Vgl. Raupenstrauch et al. (2006), Zugriffsdatum: 28.9.2011

In Abbildung 12 wird diese durch eine energetische SWOT Analyse dargestellt. Diese besteht einerseits aus einer energetische Betriebsanalyse zur Feststellung der internen Gegebenheiten, woraus sich Stärken und Schwächen ableiten lassen. Andererseits wird in dieser SWOT Analyse das energetische Umfeld betrachtet, aus welchem Chancen und Gefahren entstehen können.⁸⁴

Die Relevanz der Analysefunktion für das Betriebliche Energiemanagement ergibt sich aus der Notwendigkeit, Schlussfolgerungen zur Unterstützung der Unternehmungsstrategie ableiten zu können. Diese stellen die Grundlage für einen energiewirtschaftlich und betriebswirtschaftlich qualifizierten täglichen Umgang in der Bereitstellung und Verwendung von Energie dar. Gleichzeitig bilden diese Schlussfolgerungen auch den Ausgangspunkt für Aktionen, Konzepte und Programme zur Durchführung von Energieeffizienzverbesserungen.⁸⁵

Zur Optimierung der Energieproduktivität sind in produzierenden Unternehmungen die Systemelemente Organisation und Management, Technik und System, sowie Verhalten und Mensch zu berücksichtigen. Dies ist bei der Erstellung von Energiekonzepten zu beachten.⁸⁶

Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz werden auch heutzutage nur selten ausgeschöpft, da oftmals nachfolgende Hemmungsfaktoren auftreten:⁸⁷

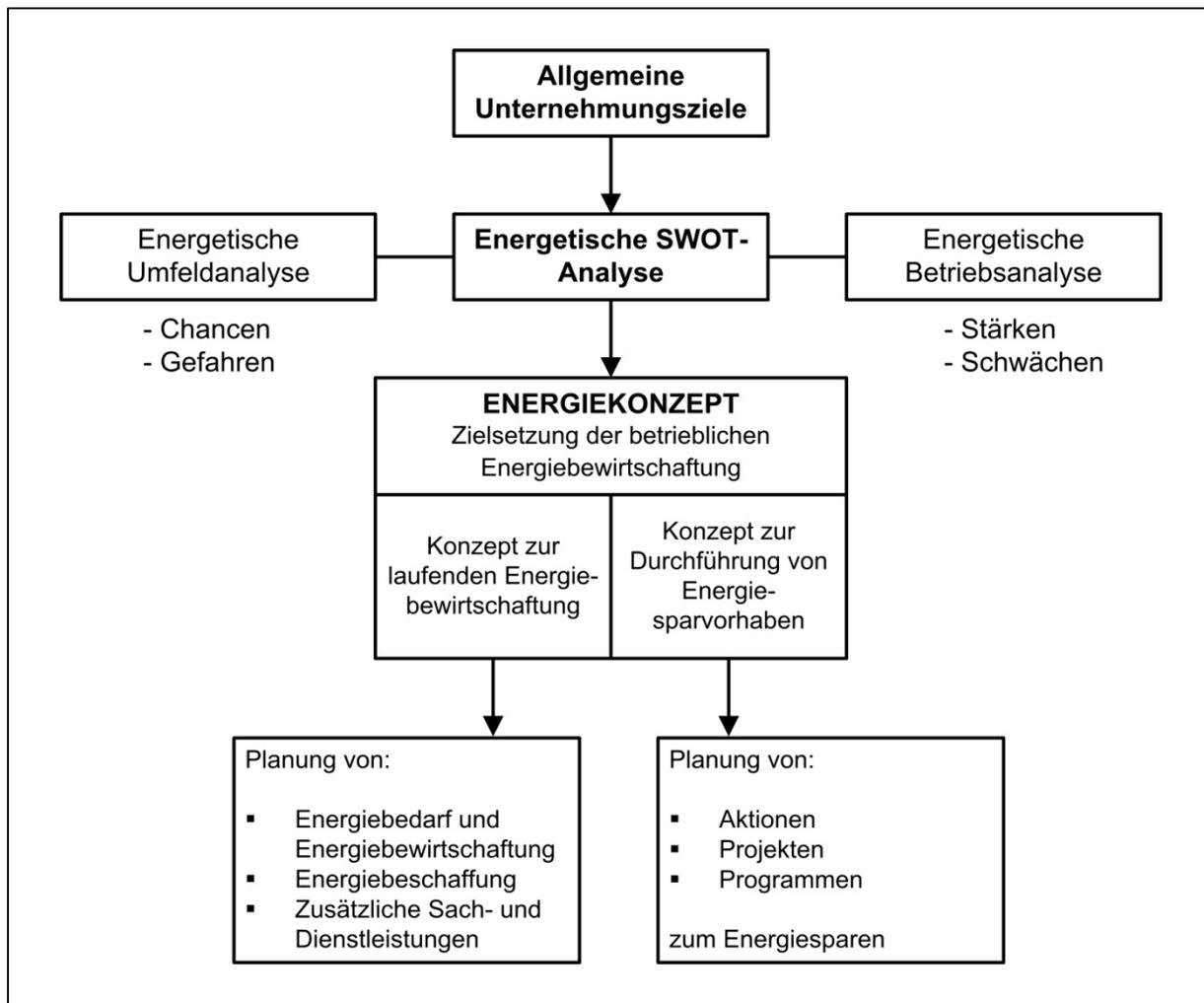
- Die Strukturen der innerbetrieblichen Energieverteilung sind häufig historisch gewachsen und damit unübersichtlich.
- Es handelt sich um komplexe technische Probleme, für deren Erfassung in der Regel die innerbetrieblichen Fachleute fehlen.
- Energie wird nicht als Produktionsfaktor, sondern in der Nutzbarkeit höchstens als Ergebnis interner Dienstleistungen verstanden.
- Die Kosten des Energieträgerbezugs haben einen geringen Umsatzanteil
- Das Potential zur Kostensenkung wird für viele Unternehmungen nach wie vor im Bereich der Personalkosten gesehen und nicht in der betrieblichen Energieversorgung.

⁸⁴ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.54f.

⁸⁵ Vgl. Schieferdecker (2006) S.4f.

⁸⁶ Vgl. Reinhart et al. (2010), S.872

⁸⁷ Vgl. Fünfgeld (2006), S.100

Abbildung 12: Das betriebliche Energiekonzept⁸⁸

Ein Konzept, welches an dieser Stelle nicht erklärt wird, aber ebenfalls Beachtung finden soll, ist das „Total Energy Efficiency Management“⁸⁹.

2.4 Methoden und Tools im Energiemanagement

Als Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Energiemanagement ist die Verfügbarkeit von Methoden und Bewertungsgrundlagen zu sehen, um Energieeffizienz-Aspekte in Entscheidungen der Unternehmung berücksichtigen zu können.

⁸⁸ Offner (2001), S.20 in Anlehnung an Wohinz/Moor (1989), S.57

⁸⁹ Siehe Hornberger (2011a); Hornberger (2011b); Hornberger (2010)

Die Sensibilisierung der Mitarbeiter für das Thema Energiemanagement ist ebenfalls als wichtiger Baustein zu sehen.⁹⁰

Energetische Betriebsanalyse

Die Analyse der energetischen Gegebenheiten hat die Beantwortung der Frage nach dem „Warum“ der registrierten Verbräuche und Kosten zum Zweck. Häufig werden dazu Vergleiche über die Zeit oder mit gleichen bzw. ähnlichen Anlagen und Technologien gezogen. Daraus lassen sich bereits grundlegende Schlüsse über den technischen Zustand bzw. die Effizienz im realen Einsatz von Anlagen ziehen. Wichtig ist hier die Verwendung aussagekräftiger Kennzahlen.⁹¹ Die detailgetreue Aufnahme des energetischen Ist-Zustandes eines Betriebs bildet die notwendige Voraussetzung für nachfolgende Punkte.⁹²

- Strategisch orientierte Energieplanung
- Operativ orientierte Planung zum Energiebedarf und Energiebewirtschaftung
- Steuerung und Kontrolle des Energieflusses
- Auffinden von Ansätzen zur Effizienzsteigerung

In der energetischen Betriebsanalyse steht die Beantwortung der folgenden Fragen im Vordergrund.⁹³

- Welche Energieträger werden in welcher Menge wo, wann und in welchem Zeitraum benötigt?
- Welche Einflüsse auf den Energieeinsatz sind von Bedeutung und wie sieht die zukünftige Entwicklung aus?
- Wann und in welchen Dimensionen treten Lastspitzen auf und lässt sich in deren Auftreten eine Regelmäßigkeit erkennen?
- Welche Anlagen zur Bereitstellung, Verteilung, Umwandlung und Verwendung von Energie werden eingesetzt und wie ist deren technischer Zustand?
- Welche Anlagen sind maßgeblich am Gesamtenergieverbrauch beteiligt und wie sieht deren Verbrauchsverhalten aus?
- Welche betriebsbedingten Emissionen (Form, Menge) treten auf und sind diese ökologisch relevant?

⁹⁰ Vgl. Schönsleben/Bunse/Vodicka (2009); Zugriffsdatum 21.8.2010

⁹¹ Vgl. Schieferdecker (2006) S.4

⁹² Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.61

⁹³ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.61f.

Abbildung 13 zeigt das Schema zur Durchführung einer energetischen Betriebsanalyse.

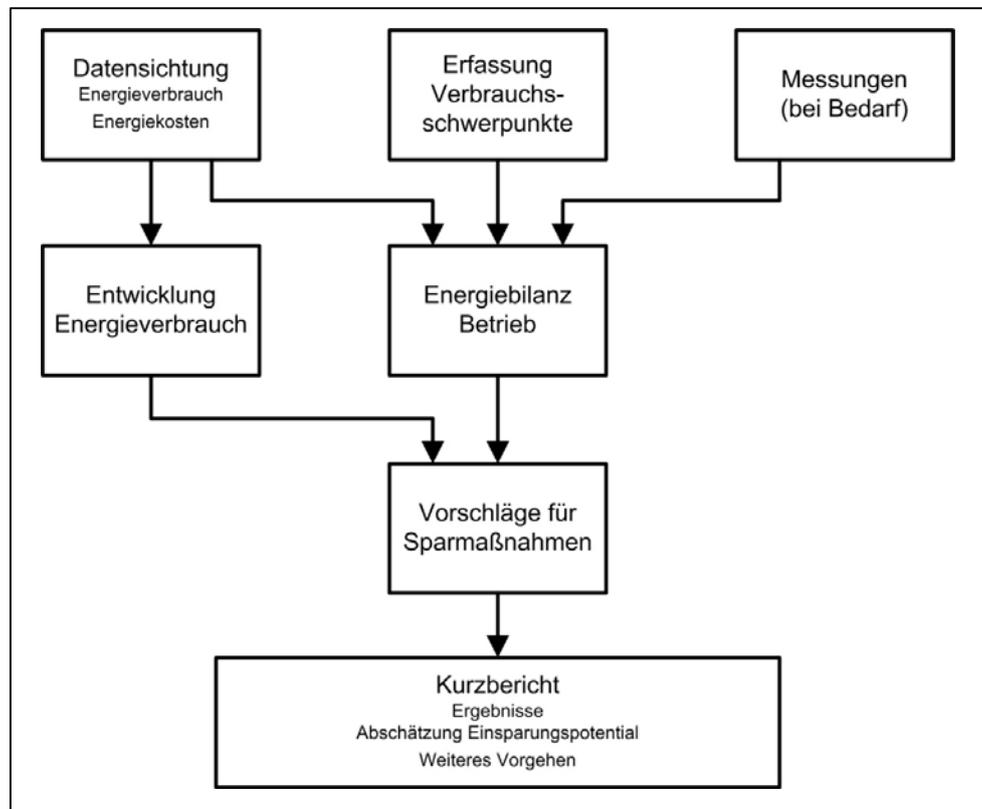


Abbildung 13: Schema zur Vorgehensweise in einer energetischen Betriebsanalyse⁹⁴

Energetische Umfeldanalyse

Als Aufgabe der energetischen Umfeldanalyse ist die Untersuchung des externen Umfeldes auf Anzeichen von möglichen Gefahren und/oder Chancen zu verstehen,⁹⁵ die Einfluss auf eine entsprechende Energieversorgung nehmen könnten.

In der energetischen Umfeldanalyse können sinnvoller Weise folgende Betrachtungsfelder abgegrenzt werden:⁹⁶

- Soziologische Trends
- Energiewirtschaftliche Gesamtentwicklung
- Energie- bzw. umweltpolitische und legistische Trends
- Technologische Trends

⁹⁴ Krammer/Mauch/Taub (1999), S.13

⁹⁵ Vgl. Steinmann/Schreyögg (2005), S.155

⁹⁶ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.59f.

- Analyse des Beschaffungsmarktes
- Analyse der Branche und der Konkurrenz

Energiecontrolling

Das betriebliche Energiecontrolling ist als eines der wichtigsten Instrumente im Betrieblichen Energiemanagement zu verstehen. Es zeichnet sich besonders durch das Wirken gegen Problemfelder aus. Diese können beispielsweise in mangelnden Voraussetzungen (organisatorisch, technisch) für erfolgreiches Energiemanagement, ineffizientem Energieeinsatz oder in wenig ausgeprägter Anpassungsfähigkeit im dynamischen Energieumfeld Ausdruck finden und somit eine latente Gefahr durch steigende Energiekosten darstellen. Entsprechend liegen dem Energiecontrolling nachfolgend aufgezählte Zielsetzungen zu Grunde:

- Verbesserung der Reaktionsfähigkeit auf Störungen im betrieblichen Energiefluss
- Verbesserung der Anpassungsfähigkeit an ein sich änderndes energetisches Umfeld
- Verbesserung der innerbetrieblichen Koordinationsfähigkeit unter dem Aspekt effizienter Energiebewirtschaftung
- Förderung der Motivation zu energiesparendem Denken und Handeln.⁹⁷

Die Ausprägung von Funktion und die zur Verfügung gestellte Ausstattung des Energiecontrollings hängen von der tatsächlichen Bedeutung des Produktionsfaktors Energie ab. Diesbezüglich kann die Größe der Unternehmung und/oder die Höhe der Energiekosten ein guter Indikator sein.⁹⁸

Tabelle 3 gibt dazu einen Überblick über die Aufgaben im Energiecontrolling.

⁹⁷ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S:206ff.

⁹⁸ Vgl. Waltenberger (2005), S.335

	Energiebeschaffung, -umwandlung und -verteilung	Energienutzung
Planung	Mitwirkung bei energierelevanten Strategien, Konzepten, Investitionen Budgetierungsvorschläge Risikoanalysen	kurz- bis langfristige Prognosen (Preis, Kosten, Bedarf) Co-Planung von Energiesparprojekten Risikoanalysen Beratung
Kontrolle	SOLL/IST Analyse der Kosten Analyse der Beschaffungsmärkte Budgetüberwachung	SOLL/IST Analyse von Preis, Kosten und Bedarf Preisbenchmarking intern und extern
Koordination	Überwachung und Sicherung energiewirtschaftlicher Maßnahmen insbesondere bei Beteiligung mehrerer Unternehmensbereiche	
Information	Erstellung und Pflege des Energieberichtswesens differenziert nach Hierarchieebene und Unternehmensbereich	

Tabelle 3: Controllingfunktion im Energiemanagement⁹⁹**Energiewertstrom**

Die Methode des Energiewertstroms basiert auf der Wertstrommethode¹⁰⁰, welche auf bekannten Ansätzen aus dem Lean Management fußt.¹⁰¹ Durch die wertstrombasierte Planung von Prozessen und Materialflüssen kann ein Soll-Zustand für ein System entwickelt werden. Diese zu Grunde liegende Methodik wird um die Erfassung und Effizienzsteigerung des Energieverbrauchs erweitert.¹⁰²

Die Zielsetzungen dahinter sind:¹⁰³

- Identifikation wesentlicher Energieverbraucher
- Transparenz im Produktionsablauf hinsichtlich Energieverbrauch
- Quantitative und qualitative Erfassung des Energieverbrauchs
- Erkennung von Optimierungspotentialen im Energieverbrauch
- Bewertung der Energieeffizienz mit Kennzahlen

⁹⁹ In Anlehnung an Waltenberger (2005), S.336

¹⁰⁰ Vgl. Erlach/Westkämper (2009), S.20

¹⁰¹ Vgl. Reinhart et al. (2010), S.871

¹⁰² Vgl. Erlach/Westkämper (2009), S.20

¹⁰³ Vgl. Erlach/Westkämper (2009), S.22

- Ableitung von Verbesserungspotentialen in der Energieeffizienz
- Erreichung ökologischer Vorgaben bei gleichzeitiger Kostensenkung
- Bildung einer Grundlage zur strategischen Verankerung der Energiethematik in der Unternehmung

Eine Darstellung des Vorgehens in der Energiewertstrommethode findet sich in Abbildung 14.

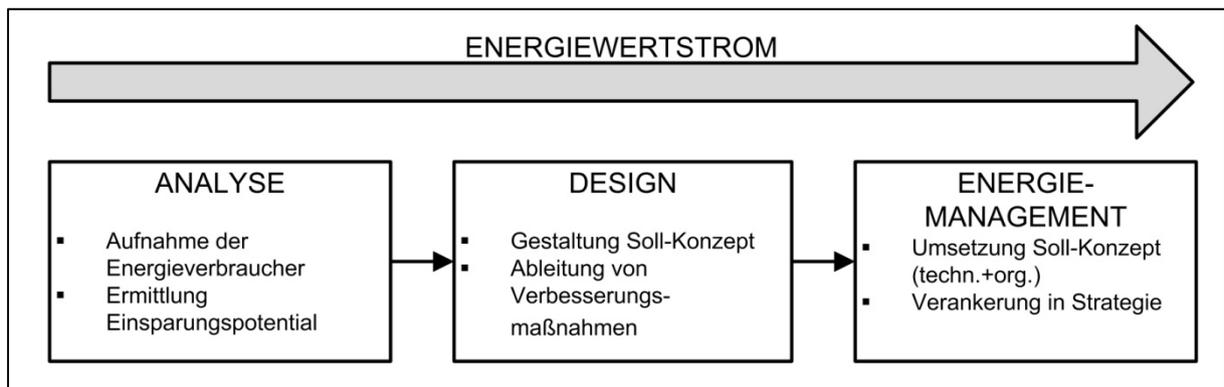


Abbildung 14: Vorgehen in der Energiewertstrommethode¹⁰⁴

¹⁰⁴ In Anlehnung an Reinhart et al. (2010), S.871 und Erlach/Westkämper (2009), S.20

3 Produktionsstrategien

Das Kapitel Produktionsstrategien soll zunächst einen Einblick in die historische Entwicklung von Produktionssystemen geben, danach folgt die Hinführung zur Produktion als zentrales Wertschöpfungselement. Darauf aufbauend wird die Bedeutung der Produktion als Wettbewerbsfaktor für Industriebetriebe begründet und nachfolgend die wesentlichen Inhalte von Produktionsstrategien abgeleitet. Am Ende des Kapitels werden ausgewählte Produktionskonzepte vorgestellt.

3.1 Begriffliche Abgrenzung

Da die Begriffe Produktion und Fertigung in der untersuchten Literatur teilweise synonym verwendet werden, soll an dieser Stelle eine Abgrenzung für das Verständnis dieser Begriffe in der vorliegenden Arbeit erfolgen.

Unter **Produktion** versteht man den „*Prozess der zielgerichteten Kombination von Produktionsfaktoren und deren Transformation in Produkte.*“¹⁰⁵ Die **Fertigung** hingegen stellt neben der Montage eines der wesentlichen Subsysteme der Produktion dar. Die Koordination dieser beiden Systeme erfolgt durch die Produktionsplanung und -steuerung.¹⁰⁶

3.2 Historische Entwicklung von Produktionssystemen

„*Das charakteristische Merkmal des Industriebetriebs ist die Produktion von Sachgütern.*“¹⁰⁷

Zur Erreichung industriebetrieblicher Unternehmungsziele werden durch das Zusammenwirken von menschlicher Arbeit, maschinellen Anlagen und Materialressourcen in einer Abfolge von Bearbeitungs-, Montage- und Transport-

¹⁰⁵ Gabler Kompakt-Lexikon Wirtschaft (2010), S.352

¹⁰⁶ Vgl. Wohinz (2003), S.225

¹⁰⁷ Reichwald/Dietel (1991), S.399

prozessen Güter für den entsprechenden Absatzmarkt hergestellt.¹⁰⁸ Insbesondere in den letzten Jahren haben sich die Anforderungen an die Produktion geradezu dramatisch entwickelt. Das gleichzeitige Wachsen der Kundenansprüche an Produktqualität, Lieferzeiten und Angebotsvielfalt bei zusätzlicher Notwendigkeit einer hohen Innovations- und Wandlungsfähigkeit aufgrund laufend kürzer werdender Produktlebenszyklen und sich schnell verändernden Kundenbedürfnissen erfordert neue Konzepte zur Harmonisierung von Strategie, Technologie, Ressourcen und Managementprozessen.¹⁰⁹ Zusammen mit der sich verändernden Bedeutung der Produktion in einem Industriebetrieb (siehe auch Abbildung 18) schreitet die Entwicklung der Produktionssysteme voran.¹¹⁰ Nachfolgend soll daher ein kurzer Abriss der historischen Entwicklung der Produktion in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gegeben werden. Abbildung 15 gibt dazu einen gesamthaften Überblick.

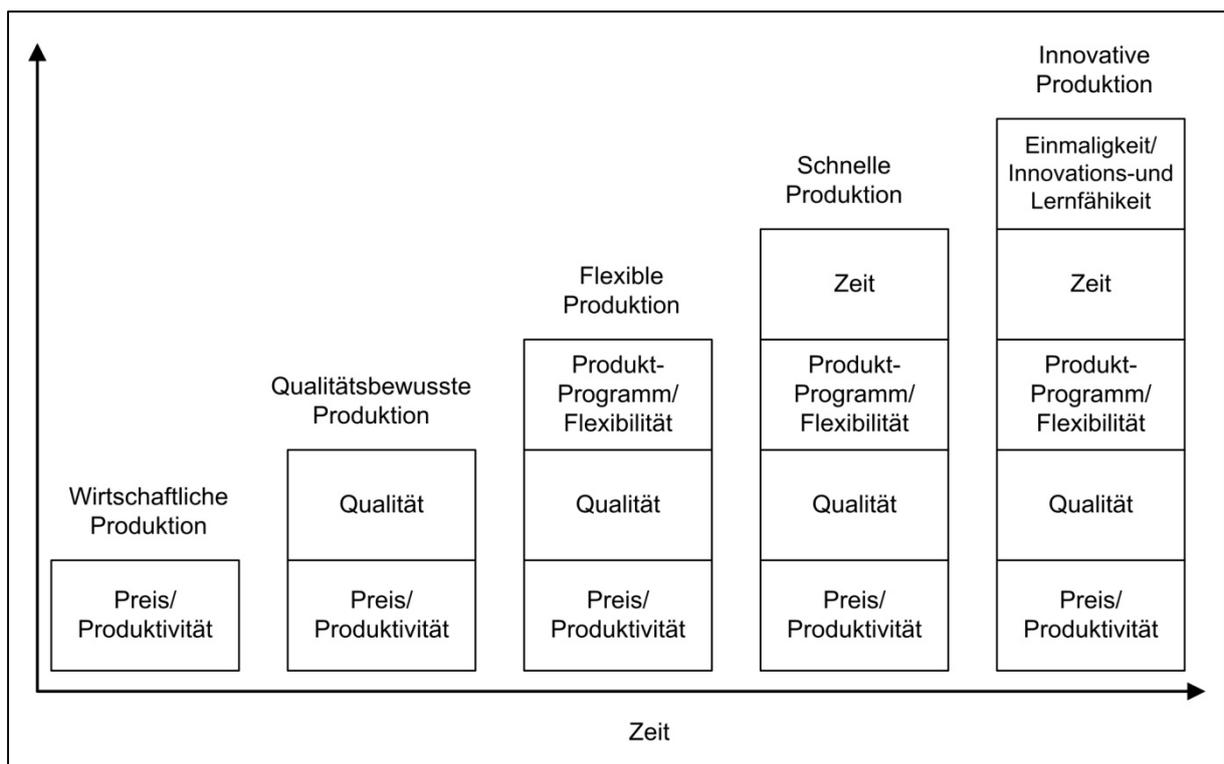


Abbildung 15: Evolution der Produktion als Folge veränderter Marktanforderungen¹¹¹

¹⁰⁸ Vgl. Reichwald/Dietel (1991), S.399

¹⁰⁹ Vgl. Zahn/Dillerup/Foschiani (1997), S.131f.

¹¹⁰ Vgl. Zahn/Dillerup (1994), S.17

¹¹¹ Zahn (1994), S.245

Die wirtschaftliche Produktion

In der Nachkriegszeit lag der Fokus auf einer effizient gestalteten Produktion zur Bewältigung der steigenden Nachfrage am Absatzmarkt. Während dieser Phase ging es um die Beherrschung der operativen Ebene und insbesondere um die Erzielung von Mengendegressionseffekten („Economies of Scale“) zur Darstellung einer günstigen Kostensituation. Das Mittel zum Zweck waren weitgehende Spezialisierung und starre Automatisierung, verbunden mit wenigen, langsamen und großen Regelkreisen.¹¹²

Die qualitätsbewusste Produktion

Durch die steigende Versorgung der Märkte wuchsen Qualitätsansprüche der Kunden. Nun ging es nicht mehr nur um die reine Grundversorgung sondern in steigendem Maße um die Einhaltung von Qualitätsstandards („fit to standard“). Damit verbunden waren sowohl höhere Kosten durch zusätzlich notwendige Qualitätsinspektoren als auch statistische Qualitätskontrollen. Vorherrschende Strategie zu dieser Zeit war die Differenzierung.¹¹³ Die Qualität von Produkten und Prozessen bilden auch heutzutage noch die Basis für den Erfolg einer Unternehmung.¹¹⁴

Die flexible Produktion

Forderungen nach einer bedarfsgerechten Produktion sowie Produktvarianten zwang produzierende Betriebe zu mehr Flexibilität. Diesen neuen Herausforderungen wurde mit generalistischen Ansätzen (im Gegensatz zur wirtschaftlichen Produktion) und dezentralen Strukturen mit vielen kleinen Regelkreisen begegnet. Ergebnis war die wirtschaftliche Beherrschung der Vielfalt („Economies of Scope“).¹¹⁵

Die schnelle Produktion

Potentiale für Wettbewerbsvorteile, alleine durch die Verfügbarkeit von Energie, Information und Technologie, schwinden. Kundennähe und Reaktionsfähigkeit auf sich ändernde Absatzbedingungen nehmen an Bedeutung zu. In dieser Epoche manifestiert sich der Begriff der „Economies of Speed“. Dem Diktat der Geschwindigkeit unterworfen, werden Methoden, wie beispielsweise Simultaneous

¹¹² Vgl. Zahn (1994), S.244

¹¹³ Vgl. Zahn (1994), S.244ff.

¹¹⁴ Vgl. Wildemann (2010), S.33

¹¹⁵ Vgl. Zahn/Dillerup (1994), S.18

Engineering oder auch Reverse Engineering, entwickelt. Der Produktion, als zentrales Element der Wertschöpfung, wird zunehmend strategische Bedeutung zugemessen.¹¹⁶

Die innovative Produktion

Der innovativen Produktion liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass sich Kundenbedürfnisse ständig verändern und daher nicht final befriedigt werden können. Aus diesem Grund sind immer neue Lösungen erforderlich, was im Sinne der „mass customization“ zum zentralen Wettbewerbsfaktor wird. Wissen und Lernfähigkeit werden zur Kernkompetenz der Produktion.¹¹⁷

Heutzutage führen die Verhältnisse in hochdynamischen Märkten zu einem Phänomen, welches als „*Gestaltungsparadoxon der postindustriellen Produktionswirtschaft*“¹¹⁸ bekannt ist: Produzierende Unternehmungen müssen äußerst schnell und nur über einen kurzen Zeitraum hinweg, Skalenerträge mittels Massenproduktion („Economies of Scale“) erzielen, also nach den Maßgaben einer Massenproduktion fertigen, ohne dabei irreversibles Größenwachstum auszulösen. Dieses Größenwachstum wäre bei einer neuerlichen Veränderung der Marktverhältnisse möglicherweise äußerst hinderlich, wenn nicht sogar existenzbedrohend.¹¹⁹

3.3 Die Produktion als zentraler Wertschöpfungsbereich

Wie vorhin schon beschrieben, umfasst die Produktion jenen Bereich der industriell tätigen Unternehmung, der direkt auf die Schaffung von Sachgütern, nutzbarer Energie¹²⁰ oder Dienstleistungen abzielt.¹²¹ Dazu sind Produktionssysteme und -prozesse notwendig, welche nachfolgend in einer grundlegenden Betrachtung beschrieben werden.

¹¹⁶ Vgl. Zahn/Dillerup (1994), S.18

¹¹⁷ Vgl. Zahn/Dillerup (1994), S.18f.

¹¹⁸ Bleicher et al. (1999), S.19

¹¹⁹ Vgl. Bleicher et al. (1999), S.19f.

¹²⁰ Vgl. Spur (2008), S.L1

¹²¹ Vgl. Wohinz (2003), S.225

3.3.1 Produktionssystem und -prozess

WOHINZ¹²² definiert Produktionssysteme als „soziotechnische Systeme, in denen Menschen (Mitarbeiter) und Maschinen (Betriebs- bzw. Arbeitsmittel) zusammenwirken und aus einem Input (Produktionsfaktoren) einen Output (Produkte/Leistungen, aber auch Belastungen) erzeugen.“ Diese Leistungserstellung passiert über einen Kombinationsprozess der unterschiedlichen Produktionsfaktoren.¹²³

Produktionsfaktoren werden im allgemeinen Verständnis unterteilt in:¹²⁴

- Potentialfaktoren und
- Repetitivfaktoren (auch Repetierfaktoren genannt)

VOIGT¹²⁵ fügt zu dieser Unterteilung den Begriff der „dispositiven Produktionsfaktoren“ hinzu und versteht darunter die Art und Weise, wie die nicht dispositiven Faktoren kombiniert werden, sowie die Beeinflussung der Ergiebigkeit dieser Kombinationsprozesse. Dieser Einfluss ist über das Produktionsmanagement gegeben.

Nach BAUMBERGER¹²⁶ fällt unter den Sammelbegriff „Produktionsfaktor“ auch die eingesetzte Energie, die nach ihrem Hauptzweck unterschieden werden kann in Komfortfaktor (Produktionsfaktor im weiteren Sinn) und eben Produktionsfaktor (im engeren Sinn).

Produktionssysteme können typischerweise nach Breite und Aufbau des Fertigungsprogramms (Einzel-, Serien-, Massenfertigung) sowie nach der räumlichen Anordnung der Betriebsmittel (Verrichtungs-, Fluss-, Stern-, Platzprinzip und/oder Fertigungsinseln) untergliedert werden.¹²⁷

¹²² Wohinz (2003), S. 225

¹²³ Reichwald/Dietel (1991), S.408

¹²⁴ Vgl. Reichwald/Dietel (1991), S.409 und Wohinz (2003), S.226

¹²⁵ Vgl. Voigt (2008), S.217f.

¹²⁶ Siehe Kapitel 2.2.1

¹²⁷ Vgl. Wohinz (2003), S.226f.

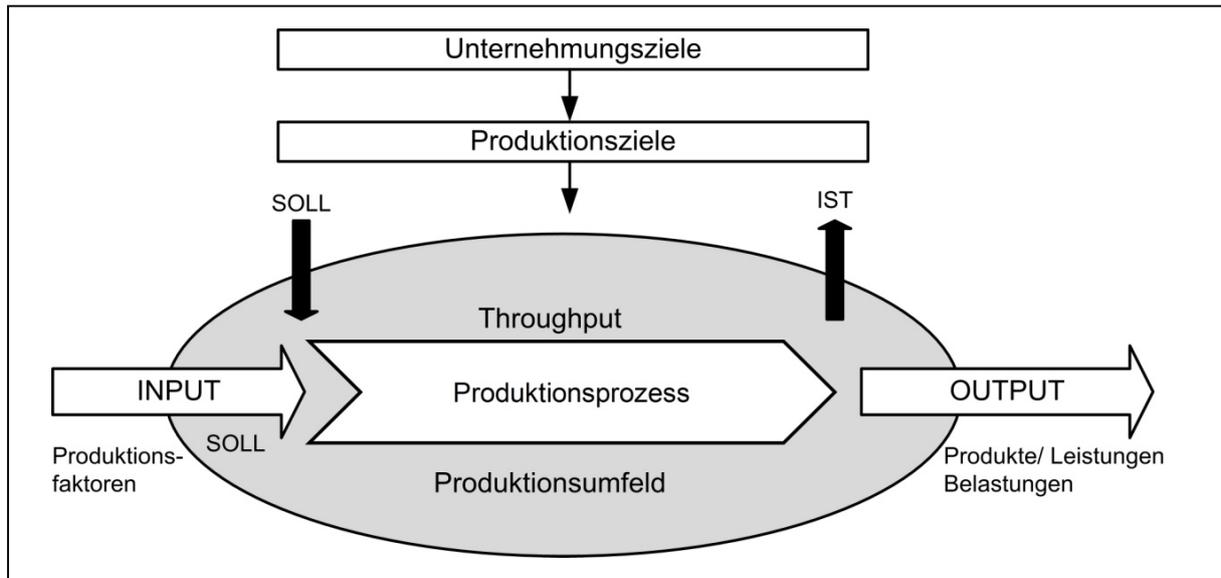


Abbildung 16: Produktion als Kombinationsprozess von Produktionsfaktoren¹²⁸

3.3.2 Zieldimensionen in der Produktion

Die Leistungsfähigkeit einer Produktion ist durch die nachfolgend beschriebenen und in Abbildung 17 dargestellten Zieldimensionen grundsätzlich bestimmt. Die den jeweiligen Zieldimensionen zugeordneten Teilziele sind in der Realisierung oftmals interdependent, was nicht selten zu Zielkonflikten führt.¹²⁹

Neben den drei allseits anerkannten Zieldimensionen, „*der heiligen Trinität*“¹³⁰, Wirtschaftlichkeit (bzw. Kosten), Qualität und Zeit (bzw. Geschwindigkeit) sieht ERLACH¹³¹ insbesondere die Flexibilität als vierte, erforderliche Zieldimension. HAHN¹³² beschreibt Flexibilität bzw. Anpassungsfähigkeit ebenfalls als Ziel, welches durch die Dynamik des Unternehmungsumfeldes laufend an Bedeutung zunimmt. Auch ÖSTERLE¹³³ legt seinen Überlegungen vier allgemein gültige Erfolgsfaktoren von Prozessen zu Grunde: Zeit, Qualität, Kosten und Flexibilität. Innovationsfähigkeit wird hier als Prozesseigenschaft verstanden. FRIEDLI¹³⁴ belegt in zwei Studien die

¹²⁸ In Anlehnung an Wohinz (2003), S.225

¹²⁹ Vgl. Erlach (2010), S.13f.

¹³⁰ Erlach (2010), S.13

¹³¹ Vgl. Erlach (2010), S.13

¹³² Vgl. Hahn (1994), S.26

¹³³ Vgl. Österle (1995), S.109f.

¹³⁴ Vgl. Friedli/Deflorin/Rathje (2007), S.41ff. und Friedli et al. (2011), S.161ff.

Bedeutung der Innovationsfähigkeit in der Produktion für den Erfolg einer Unternehmung. ZAHN/DILLERUP sehen die Innovation ebenfalls als kritischen Erfolgsfaktor, der die Überlegungen zu Produktionsstrategien neben Preis, Qualität, Flexibilität und Zeit entscheidend beeinflusst.¹³⁵ Innovationsfähigkeit wird daher nicht als Zieldimension, sondern als kritischer Faktor für den Erfolg einer Unternehmung verstanden.

Zieldimension Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit beschreibt die ökonomische Bewertung des eingesetzten Inputs, sowie der erstellten Outputfaktoren.¹³⁶ Im Wesentlichen ist unter Wirtschaftlichkeit, bezogen auf die Produktion, die Produktivität¹³⁷, also das „*Verhältnis von Output und der bei der Produktion eingesetzten Einsatzmengen aller oder einzelner Produktionsfaktoren*“¹³⁸ zu verstehen. Produktivität ist somit als effektive und effiziente Erfüllung von Marktanforderungen zu verstehen.¹³⁹ Erfolgsfaktoren zur Erfüllung der Zieldimension Wirtschaftlichkeit können beispielsweise eine hohe Materialausnutzung im Produktionsprozess, der Einsatz von energieeffizienten Verfahren, Anlagen und Betriebsmitteln oder eine besonders gute Auslastung der Produktionsmaschinen sein.

Zieldimension Qualität

Unter Qualität versteht man einerseits, wie hoch der produzierte Ausschuss bzw. der Anteil der Gutteile ist. Andererseits kann auf Prozessebene abgeleitet werden, wie stabil Produktionsprozesse bei bestimmten Toleranzniveaus arbeiten.¹⁴⁰ Qualität in Produkten und Prozessen ist als einer der wesentlichen Bausteine für den Erfolg einer Unternehmung zu sehen. Daher muss die Prävention zur Vermeidung von Fehlern und, daraus abgeleitet, die Null-Fehler-Produktion ein wesentliches Ziel jeder Unternehmung sein.¹⁴¹

¹³⁵ Vgl. Zahn/Dillerup (1994), S.9

¹³⁶ Wohinz (2003), S. 86

¹³⁷ Vgl. Wördenweber et al. (2008), S.11

¹³⁸ Gabler Kompakt-Lexikon Wirtschaft (2010), S.355

¹³⁹ Wildemann (1994), S.169

¹⁴⁰ Vgl. Erlach (2010), S.14

¹⁴¹ Vgl. Wildemann (2010), S.33 und Friedli et al. (2011), S.164

Qualität kann aber auch als Ausdruck der Arbeitsbedingungen oder Liefertreue gesehen werden.¹⁴² Einen Überblick über Werkzeuge im Qualitätsmanagement im Rahmen des Six Sigma Konzepts findet sich bei BERGMAN et al.¹⁴³.

Zieldimension Flexibilität

Flexibilität (bzw. Variabilität) bedeutet Anpassungsfähigkeit an kurzfristig veränderte wirtschaftliche, technische, soziale und/oder ökologische Rahmenbedingen. In der Produktion kann Flexibilität eine ökonomische oder eine technische Erscheinungsform einnehmen. Die technische Flexibilität ist dabei immer als Basis für die wirtschaftliche zu sehen.¹⁴⁴ Weiters gibt die Flexibilität an, wie breit das bewältigbare Produktionsspektrum ist, d.h. welche Produkte in welchen Ausführungsformen produziert werden können.¹⁴⁵

Flexibel ist in diesem Zusammenhang zu verstehen als die Fähigkeit, das Produktionssystem innerhalb bestimmter Grenzen schnell und ohne Investitionen anpassen zu können.¹⁴⁶

Zieldimension Zeit

Eine kundennahe Produktion zeichnet sich besonders durch die zeitgerechte Erfüllung von Kundenbedürfnissen aus.¹⁴⁷ Zeit wird durch die Forderung des Marktes nach immer schnelleren Lieferfristen, enger gesetzten Terminen, durch kürzere Einführungs- und Anlaufphasen neuer Produkte¹⁴⁸ und dadurch notwendig, kürzer werdender Amortisationszeiten als Zielvorgabe mit zunehmender Bedeutung verstanden.¹⁴⁹ Zeit, als strategisches Element im Wettbewerb eingesetzt, hat ebenso große Bedeutung wie Kapital, Produktivität, Qualität oder Innovation. Überlegtes Zeitmanagement ermöglicht Kosten zu senken bei einer gleichzeitigen Verbreiterung der Produktpaletten, sowie Steigerung der Produktkomplexität.¹⁵⁰

¹⁴² Vgl. Erlach (2010), S.14

¹⁴³ Siehe Bergman et al. (2003), S.44ff.

¹⁴⁴ Vgl. Wohinz (2003), S.227 und Erlach (2010), S.14

¹⁴⁵ Vgl. Erlach (2010), S.14

¹⁴⁶ Vgl. Nyhuis et al. (2008), S.333

¹⁴⁷ Vgl. Wildemann (1994), S.74

¹⁴⁸ Vgl. Westkämper (2009a), S.10

¹⁴⁹ Vgl. Friedli (2006), S.212

¹⁵⁰ Vgl. Stalk (1996), S.43

ZIELDIMENSION	BEISPIELHAFTE AUSPRÄGUNGSFORMEN
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Wirtschaftlichkeit</div>	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Materialausnutzung • Hohe Energieeffizienz • Hohe Maschinenauslastung
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Qualität</div>	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Quality Gates • Qualitätssicherung durch Prozesskontrolle • Hohe Eigenverantwortung der Mitarbeiter
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Flexibilität</div>	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible Fertigungs- und Montagesysteme • Hohe Produktvariation • Anpassungsfähigkeit an volatile Marktkapazitäten
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Zeit</div>	<ul style="list-style-type: none"> • Kundennähe • Kurze Entwicklungszeiten • Geringe Produktionszeiten

Abbildung 17: Die Zieldimensionen in der Produktion¹⁵¹

Faktor Innovationsfähigkeit

Einerseits sind Innovationen und neue Technologien Produktivitätstreiber,¹⁵² andererseits haben Produktinnovationen die Tendenz, immer kostenintensiver zu werden.¹⁵³ Daher ist eine frühzeitige Abstimmung von Produktentwicklung und Produktionsprozessen mittels integrierter Produkt- und Prozessgestaltung wichtig. Durch die vorausschauende Berücksichtigung der nachgelagerten Bereiche können Abhängigkeiten zwischen Produkt- und Produktionsmerkmalen erkannt und für die integrierte Produkt- und Produktionsprozessgestaltung genutzt werden.¹⁵⁴ Basierend auf einer starken Verknüpfung von Produktion und Entwicklung können potentielle Fertigungsprobleme sehr früh erkannt und darüber hinaus Leistungs- und Kostenoptimierungen im Rahmen der Produktionsanlagen besser genutzt werden.¹⁵⁵

¹⁵¹ In Anlehnung an Erlach (2010), S.14; Friedli et al. (2011), S.164; Wildemann (2010), S.33; Wohinz (2003), S.227; Wildemann (1994), S.67 und S.76

¹⁵² Vgl. Wördenweber et al. (2008), S.12

¹⁵³ Vgl. Schönsleben (2011), S.101

¹⁵⁴ Vgl. Eversheim/Schuh/Assmus (2005), S.15

¹⁵⁵ Vgl. Friedli et al. (2011), S.164

Speziell in frühen Entwicklungsphasen neuer Produktkonzepte werden die Aktivitäten verstärkt, um einerseits frühzeitig Markt- und Kundenanforderungen zu erfüllen und andererseits die technischen und kapazitiven Möglichkeiten der Produktionsprozesse und -mittel mit der Produktseite abzugleichen.¹⁵⁶

Die Gewichtung der Zieldimensionen zueinander unterliegt einem dynamischen Prozess der Zielanpassung. So werden in Zeiten der Hochkonjunktur oder auch in Wachstumsphasen Aktivitäten zu Gunsten des Erfolgsfaktors Zeit verschoben, um beispielsweise Entwicklungs- und Lieferzeiten möglichst gering zu halten. In gesättigten oder schrumpfenden Märkten hingegen wird die Wirtschaftlichkeit, insbesondere die Kostenseite, eine vorherrschende Rolle einnehmen.¹⁵⁷

Dieser Prozess wird von immer kürzer werdenden Innovations- und Produktlebenszyklen getrieben.¹⁵⁸

In der Ausrichtung produzierender Unternehmungen führt die Bewältigung dieser Zielanpassung laufend zu Spannungsfeldern:¹⁵⁹

- Notwendige Kontinuität versus geforderte Dynamik
- Geforderte Kundenindividualität versus Zwang zur Standardisierung
- Notwendige Amortisationszeiten versus kürzer werdende Produktlebenszyklen
- Geforderte Reaktionszeiten versus abnehmende Fertigungstiefen
- Geforderte Sortimentsbreite versus Konzentration auf Kernkompetenzen
- Dilemma der Produktionsplanung

Erfolgreiche Unternehmungen beherrschen den Trade off in der Produktion zwischen hoher Produktqualität, hoher Zuverlässigkeit (Liefertreue), hoher Flexibilität, hohem Innovationspotential sowie niedrigen Kosten und können diesen teilweise außer Kraft setzen.¹⁶⁰

¹⁵⁶ Vgl. Eversheim/Schuh/Assmus (2005), S.8

¹⁵⁷ Vgl. Wildemann (1994), S.160

¹⁵⁸ Vgl. Eversheim/Schuh/Assmus (2005), S. 5 und Friedli (2006), S.113

¹⁵⁹ Vgl. Friedli (2006), S.110ff.

¹⁶⁰ Vgl. Friedli/Deflorin/Rathje (2007), S.42f.

3.4 Die Produktion als Wettbewerbsfaktor

Der Produktion, als Ort der Transformation von Ressourcen und Fähigkeiten in Produkte und Dienstleistungen bzw. dem System zur Umwandlung von Inputfaktoren in Outputfaktoren kommt in der Betrachtung der Leistungspotentiale einer Unternehmung eine besondere Bedeutung zu. Die Produktion wurde in der Vergangenheit allerdings hauptsächlich zur Absicherung von Wettbewerbsvorteilen eingesetzt und dementsprechend zeichnet sich diese häufig durch Trägheit aus.¹⁶¹

3.4.1 Strategische Bedeutung der Produktion

Durch die dauernde Veränderung der Einflussfaktoren auf Produktionssysteme ergeben sich Veränderungen, wie der Strukturwandel in der Fabrik, sowie eine zunehmende Bedeutung der Produktion für die Unternehmung.¹⁶²

Eine entscheidende Komponente für produzierende Unternehmungen im Wettbewerb ist der bewusste Kampf um die Beherrschung der immer höheren Dynamik der Märkte und die eigene, erfolgreiche Positionierung darin.¹⁶³ In der Vergangenheit wurde der Produktion hauptsächlich eine neutrale Rolle zugeordnet und Unternehmungen vertrauten auf Produktentwicklung, Marketingphantasie und/oder Finanzkraft. Doch seither hat sich die Produktion, vom reinen Kostenoptimierer zum Nutzenstifter, vom operativen Erfüllungsgehilfen zum strategischen Element entwickelt. Ergebnis dieses mehrstufigen Veränderungsprozesses, wie in Abbildung 18 dargestellt, ist die Rolle der Produktion als strategische Waffe im Wettbewerb.¹⁶⁴

Auf der ersten Stufe ergibt sich eine **intern neutrale Haltung**, weil das Management durch die Produktion kein Potential zur Beeinflussung der Wettbewerbssituation sieht. Dabei gilt es, jede negative Beeinflussung durch die Produktion zu vermeiden, indem eine flexible und reaktive Grundhaltung eingenommen wird. Ergo besteht das Ziel auf diesem Niveau nicht in der Maximierung des Beitrags zum Wettbewerb, sondern in der Minimierung des Misserfolgs der Produktion. Auf Stufe zwei wird die **neutrale Haltung nach extern** ausgedehnt. Dies geschieht durch die Bestrebung, mit den Wettbewerbern Gleichstand zu erzielen. Als Mittel zum Zweck werden u.a.

¹⁶¹ Vgl. Voigt (2008), S. 243

¹⁶² Vgl. Wildemann (1994), S.2

¹⁶³ Vgl. Bleicher et al. (1999), S.3f.

¹⁶⁴ Vgl. Zahn/Dillerup (1994), S.2

die Vermeidung radikaler Innovationen auf Produkt oder Verfahrensseite und die Erreichung eines temporären Wettbewerbsvorsprungs durch Investitionen in Produktionsanlagen angesehen.¹⁶⁵

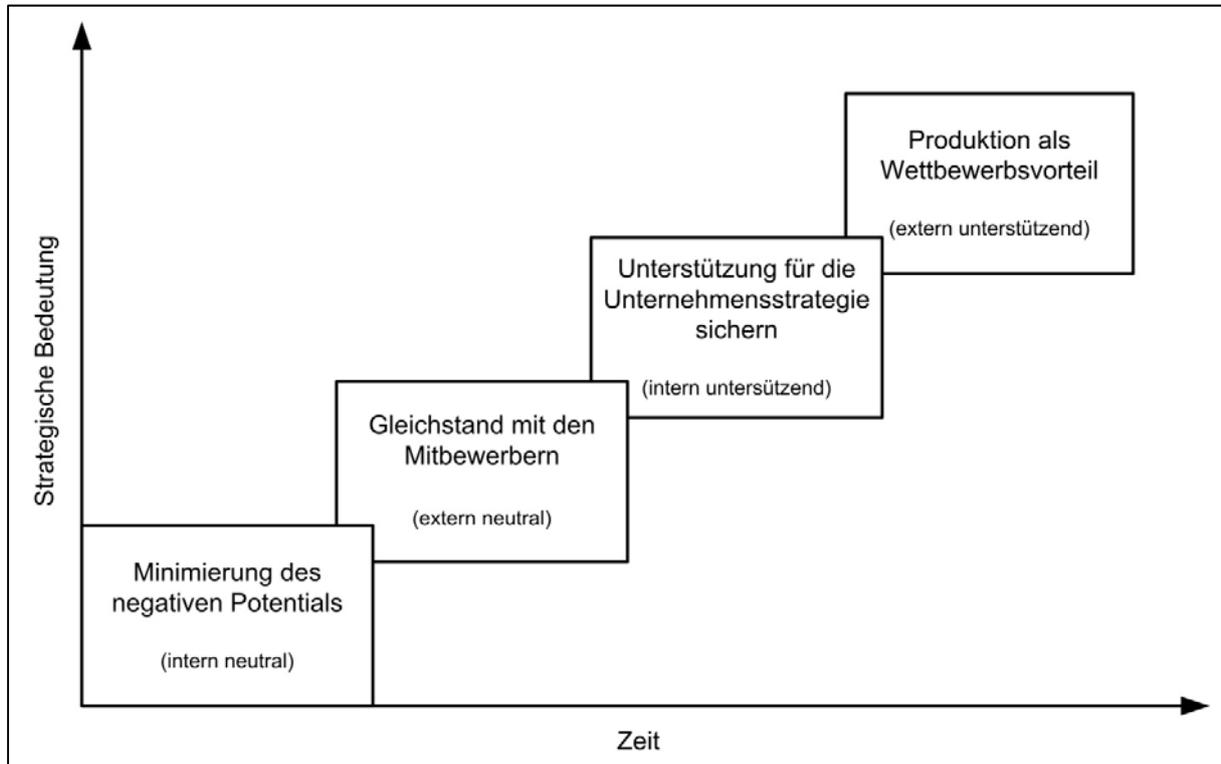


Abbildung 18: Entwicklung der Produktion zur strategischen Waffe¹⁶⁶

Mit der dritten Stufe ist der **erste Unterstützungsgrad** erreicht. Auf dieser Ebene wird Unterstützung und Stärkung der Wettbewerbsposition durch einen substantiellen Beitrag zur Konzeptionierung und Realisierung der Unternehmensstrategie durch die Produktion erwartet. Trotz dieser Rolle der Produktion in der Unternehmung werden die Produktionsleiter häufig nicht in einer aktiven Rolle in die Strategiefindung der Unternehmung eingebunden. Auf Stufe vier wird die **Produktion als Wettbewerbsvorteil** verstanden und dementsprechend die Unternehmensstrategie maßgeblich auf die Kompetenz in der Produktion aufgebaut. In diesem Falle nimmt die Produktion eine aktive, gegenüber den anderen Funktionen gleichberechtigte Rolle in der Findung der Wettbewerbsstrategie ein. Auf dieser Ebene kann unterschieden werden zwischen zwei Typen von Unternehmungen: Typ 1 strebt nach Kostenvorteilen in der Produktion und stuft andere Funktionalbereiche

¹⁶⁵ Vgl. Wheelwright/Hayes (1996), S.101ff.

¹⁶⁶ In Anlehnung an Zahn/Dillerup (1994), S.2 und Hayes/Wheelwright/Clark (1988), S.18

als zweitrangig ein, was als kontraproduktiv verstanden werden kann. Typ 2 setzt auf qualitative Ausgewogenheit unter den einzelnen Funktionalbereichen und strebt nach einer extern unterstützenden Rolle für jeden dieser Bereiche.¹⁶⁷

In der Gesamtbetrachtung dieser vier Stufen ist darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Faktoren, welche die Effektivität der Produktion beeinflussen, unterschiedlich weit entwickelt sein können. Weiters besteht in dieser Betrachtung für Organisationen die Notwendigkeit, die jeweils untergeordnete Stufe in vollem Umfang zu beherrschen, bevor die nächsthöhere erreicht werden kann. Der Versuch, eine Stufe zu überspringen ist in der Regel nicht von Erfolg gekrönt, da die organisatorische Belastung sehr hoch ist.¹⁶⁸

3.4.2 Einflussfaktoren auf Produktionsstrukturen

Industriell tätige Unternehmungen agieren heutzutage in einem äußerst turbulenten Umfeld, welches vor allem durch Technik, Internationalisierung der Märkte und somit globaler Wettbewerb, sowie permanente Veränderung von Angebot und Nachfrage getrieben wird.¹⁶⁹ Weiters sind kürzer werdende Produktlebenszyklen, kurze Reaktionszeiten, niedrige Kosten, hohe Qualität und Diversifikation als zusätzliche Treiber zu nennen, die produzierende Unternehmungen vor die Herausforderung stellen, die steigende Komplexität und Dynamik, als die zwei für die Veränderung verantwortlichen Phänomene, zu beherrschen.¹⁷⁰ Die Stakeholder, die auf eine Industrieunternehmung Einfluss nehmen, wie Eigentümer, Mitarbeiter, Kooperationspartner, Kunden, Lieferanten, Gesellschaft und Politik¹⁷¹, erweitert um die Mitbewerber, spiegeln sich auch in den Einflussfaktoren auf Produktionssysteme wider. Durch die Dynamik in der heutigen Wirtschaft wirken auf jede Unternehmung ständige Veränderungsprozesse aus ökonomischer, ökologischer, technologischer, gesellschaftlicher oder auch politischer Richtung¹⁷², welche die Rahmenbedingungen kontinuierlich verändern. Daraus entwickeln sich Chancen, aber auch Risiken, denen das Strategische Management Beachtung schenken muss.¹⁷³ Bezogen auf ein

¹⁶⁷ Vgl. Wheelwright/Hayes (1996), S.105ff.

¹⁶⁸ Vgl. Wheelwright/Hayes (1996), S.100

¹⁶⁹ Vgl. Westkämper (2009a), S.10f.

¹⁷⁰ Vgl. Bleicher et al. (1999), S.4f.

¹⁷¹ Vgl. Wohinz (2003), S.50

¹⁷² Vgl. Wohinz (2003), S.75

¹⁷³ Vgl. Zäpfel (2000), S.7

Produktionssystem kann sich diese dynamische Umwelt, wie in Abbildung 19 dargestellt, präsentieren. So ist beispielsweise aus der wirtschaftlichen Umwelt die Nachfrage nach dem produzierten Produkt oder die Entwicklung der im Markt vorhandenen Konkurrenzprodukte von großer Bedeutung. Für den Einfluss der Sozio-kulturellen Umwelt sind insbesondere die Wertvorstellungen einer Gesellschaft, sowie die darin akzeptierten Arbeits- und Lebensbedingungen von großer Bedeutung.¹⁷⁴ Aus technologischer Sicht können Weiterentwicklungen von Informations- und Kommunikationstechnologien, Mechatronik oder Fertigungstechnologien Veränderungen in Betriebsmittel-, Verfahrens-, Werkstoff- oder auch Personalstruktur erforderlich machen.¹⁷⁵

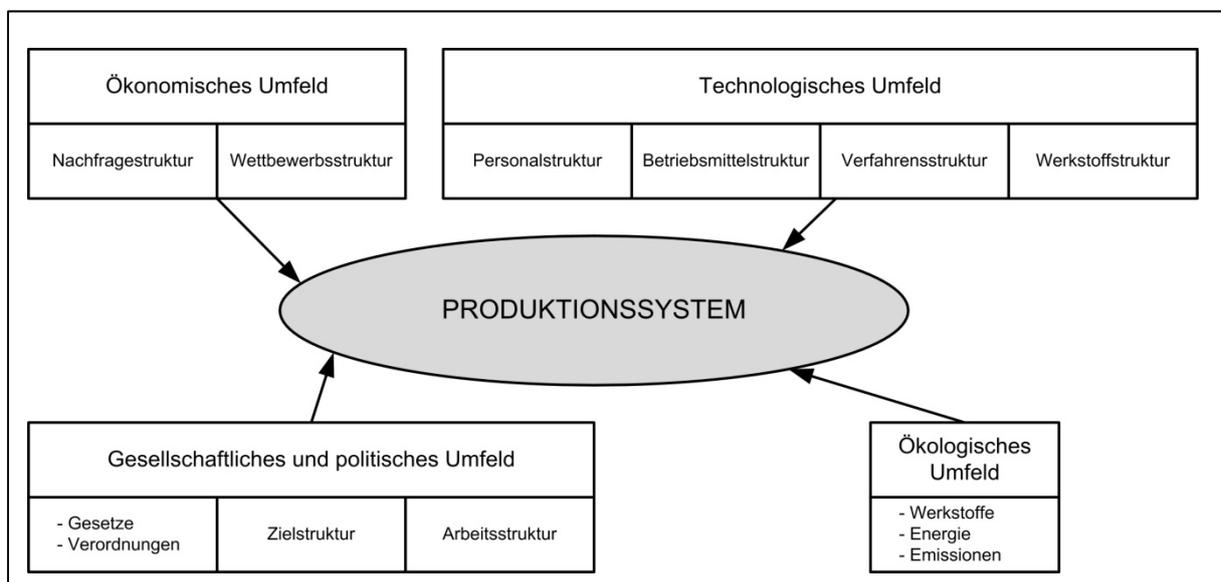


Abbildung 19: Umweltbedingte Einflussfaktoren auf das Produktionssystem¹⁷⁶

Durch die zeitgleich stattfindenden Veränderungen in technologischer, gesellschaftlicher und ökonomischer Dimension sind Reaktionen auf wirtschaftlicher Seite (z.B. geringere Produktivität), auf Mitarbeiterebene (z.B. geringere Mitarbeitermotivation) und Managementebene (z.B. Unschlüssigkeit, Überreaktion) zu erwarten.¹⁷⁷ In der Entwicklung eines strategischen Konzeptes ist deshalb die gründliche Erfassung der Umwelt im Rahmen einer Situationsanalyse maßgeblich für

¹⁷⁴ Vgl. Zäpfel (2000), S.8

¹⁷⁵ Vgl. Bleicher et al. (1999), S.6

¹⁷⁶ In Anlehnung an Zäpfel (2000), S.8 und Wohinz (2003), S.75

¹⁷⁷ Vgl. Skinner (1978), S.46f.

die daran gekoppelte Ausarbeitung eines Zielsystems notwendig.¹⁷⁸ Dieser Umstand ist von besonders großer Bedeutung, da man in der Regel nicht mehr von einzelnen, unabhängigen Produktionsstandorten ausgehen kann, sondern von global aufgestellten, eng verknüpften Produktionsnetzwerken, im Sinne von „global for global“.¹⁷⁹ Chancen, die sich durch Produktionsnetzwerke ergeben, können beispielsweise in der Stärkung der Wettbewerbsposition durch Konzentration auf Kernkompetenzen, im Zugang zu neuen Kunden und Märkten, im Wissenstransfer oder in der Ausnutzung von Synergieeffekten liegen.¹⁸⁰

Abbildung 20 gibt dazu exemplarisch einen Einblick in die Aufbauebenen einer Produktionsstruktur.

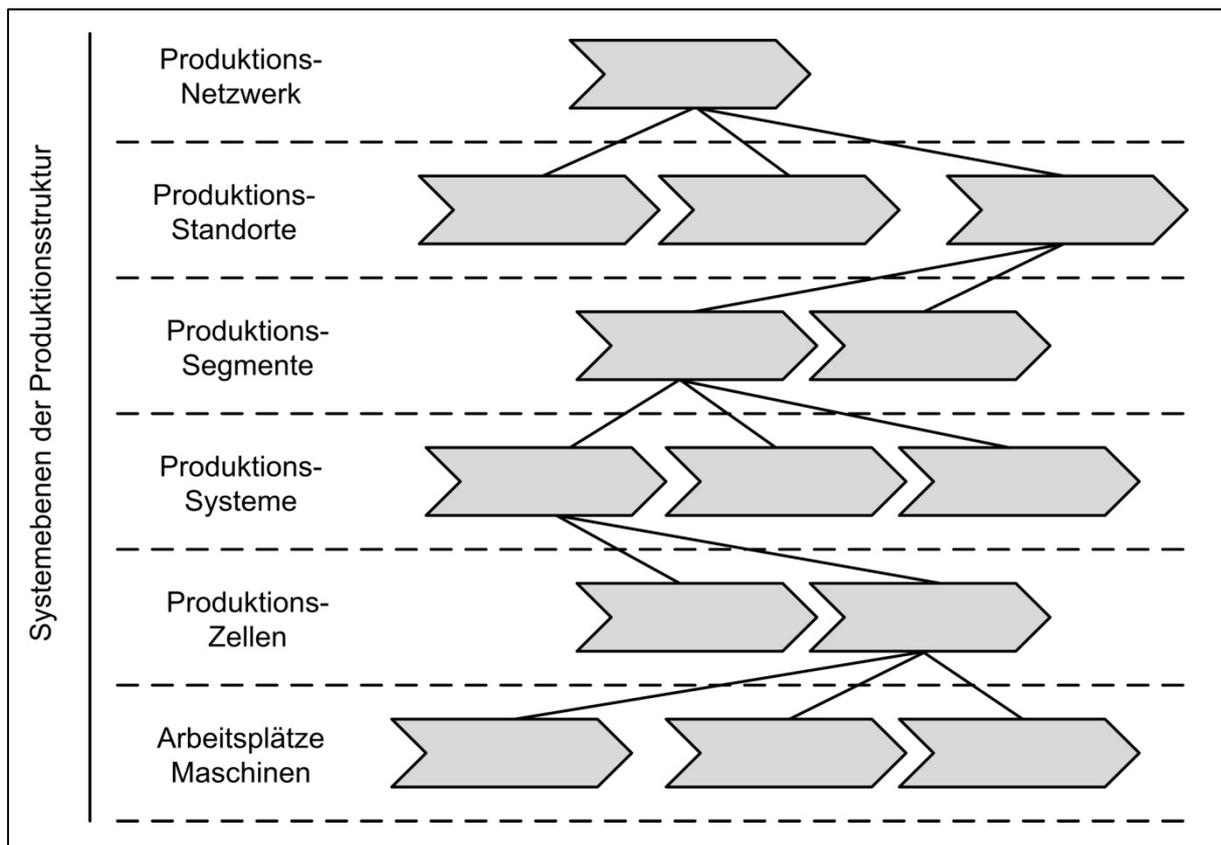


Abbildung 20: Systemebenen der Produktionsstruktur¹⁸¹

Infolge der Dynamisierung der Märkte und starker Verknüpfung der Produktionsnetzwerke werden die sinnvollen, weil beherrschbaren, Planungshorizonte in der

¹⁷⁸ Vgl. Wohinz (2003), S.74

¹⁷⁹ Vgl. Ramsauer (2009), S.109ff.

¹⁸⁰ Vgl. Braun (1999), S.46

¹⁸¹ In Anlehnung an Westkämper (2009b), S.61

Produktion immer kürzer. In Extremfällen kann sich der Planungshorizont bis auf wenige Stunden reduzieren, was teure Last Minute Rettungsaktionen zur Folge haben kann. Ein Beispiel dafür sind die beinahe täglich stattfindenden Helikopterflüge in der Automobilbranche zur Belieferung von Produktionsbändern in letzter Sekunde. Dies ist nicht als Ausdruck schlechter Planung, sondern hauptsächlich als Resultat der gestiegenen Dynamik zu verstehen.¹⁸²

3.5 Ableitung von Produktionsstrategien

„Manufacturing affects corporate strategy, and corporate strategy affects manufacturing.“¹⁸³

Der Industriebetrieb hat die Produktion von Sachgütern als Kernaufgabe.¹⁸⁴ Dieser Umstand spiegelt sich oftmals bereits im eigenen Verständnis der Unternehmung wider, bei einer Deklaration, beispielsweise als Stahlproduzent oder Aluminiumhersteller. Diese Unternehmungen konzentrieren ihre Aktivitäten rund um einen zu erzeugenden Werkstoff und die damit verbundenen Produktionsprozesse.¹⁸⁵ Somit besitzt die Gestaltung der physischen Leistungserstellung mit ihren Strukturen und Prozessen eine wichtige strategische Bedeutung. Darunter fallen unter anderem die Auswahl geeigneter Produktionsstandorte und die Gestaltung von Produktionsnetzwerken.¹⁸⁶ Die Abwesenheit einer Produktionsstrategie führt typischerweise zu einem strategischen Vakuum, wobei die Versuchung groß ist, diese Leere durch zu kurz greifende Initiativen zu füllen.¹⁸⁷

¹⁸² Vgl. Bleicher et al. (1999), S.7

¹⁸³ Skinner (1969), S.137

¹⁸⁴ Vgl. Voigt (2008), S. 146

¹⁸⁵ Vgl. Hayes/Wheelwright (1984), S.28

¹⁸⁶ Vgl. Voigt (2008), S.146

¹⁸⁷ Vgl. Hill (2000), S.51

3.5.1 Der Begriff Produktionsstrategie

In der Literatur finden sich, abhängig vom Autor, äußerst unterschiedliche Auffassungen was die Thematik Strategisches Produktionsmanagement, respektive Produktionsstrategie betrifft. Diese spannen sich von reiner Produktionsplanung und -steuerung bis hin zu einem umfassenden Verständnis von Produktionsmanagement als Gestaltung, Lenkung und Entwicklung einer produzierenden Unternehmung.¹⁸⁸

Daher soll nachfolgend die Sichtweise im Rahmen der vorliegenden Arbeit herausgearbeitet werden.

Aus der Definition der charakteristischen Merkmale für Industriebetriebe erschließt sich die Relevanz der Produktionsstrategie, die bei PETERS so definiert wird: *„The goal of a production strategy is to create and sustain a competitive production system for a company.“*¹⁸⁹

In der deutschsprachigen Literatur erscheint insbesondere die Definition von ZÄPFEL als passend: *„Eine Produktionsstrategie legt fest, welche Fähigkeiten und Potentiale im Bereich der Produktion zu schaffen bzw. zu bewahren sind, damit sie ihren Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens leistet.“*¹⁹⁰

Beide Definitionen haben somit zum Inhalt, die Wettbewerbsfähigkeit einer Industrieunternehmung mit Hilfe der Produktion aufzubauen und zu erhalten. Dabei werden keine zu starken Einschränkungen, bezogen auf die Positionierung der Strategie innerhalb der Unternehmung, bezogen auf die Struktur des Produktionssystems oder die enthaltenen Inhalte einer Produktionsstrategie getroffen.

In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff **Produktionsstrategie** an die Definition von ZÄPFEL angelehnt. Diese besagt, dass Fähigkeiten und Potentiale zu schaffen bzw. zu bewahren sind, damit die Produktion ihren Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmung leistet.

¹⁸⁸ Vgl. Friedli (2006), S.107

¹⁸⁹ Peters (1987) zitiert in Ramsauer (2009), S.8

¹⁹⁰ Zäpfel (2000), S.115

3.5.2 Inhalte einer Produktionsstrategie

SKINNER¹⁹¹, der den Begriff der „Manufacturing Strategy“ maßgeblich prägte, sieht folgende Bereiche, in denen Trade-Off Entscheidungen getroffen werden müssen und somit die wesentlichen Elemente einer Produktionsstrategie darstellen:

- Plant and Equipment
- Production Planning and Control
- Labor and Staffing
- Product Design/ Engineering
- Organization and Management

HAYES/WHEELWRIGHT¹⁹² geben acht Kriterien an, nach denen eine Produktionsstrategie aufgebaut bzw. bewertet werden kann:

- Capacity
- Facilities
- Technology
- Vertical Integration
- Workforce
- Quality
- Production planning/ Materials control
- Organization

HILL¹⁹³ beschreibt ein Rahmenwerk zur Erarbeitung einer Produktionsstrategie, welches die Inhalte derselben implizit vorgibt. Er legt dabei insbesondere Wert auf die Verknüpfung der Produktionsstrategie mit der Wettbewerbsstrategie. Die fünf Schritte dazu lauten:

- 1) Define corporate objectives.
- 2) Determine marketing strategies to meet these objectives.
- 3) Assess how different products qualify in their respective markets and win orders against competitors
- 4) Establish the appropriate process to manufacture these products (process choice).
- 5) Provide the manufacturing infrastructure to support production.

¹⁹¹ Vgl. Skinner (1969), S.141

¹⁹² Vgl. Hayes/Wheelwright (1984), S.31

¹⁹³ Vgl. Hill (2000), S.31

CLARK¹⁹⁴ arbeitet in seinem Werk die sechs Grundüberlegungen zu Produktionsstrategien heraus:

- 1) There are many ways to compete.
- 2) Firms cannot be all things to all people.
- 3) There are tradeoffs in manufacturing decisions about structure and infrastructure.
- 4) Manufacturing strategy is defined by the pattern of decisions across many categories of structure and infrastructure.
- 5) A manufacturing strategy's success is determined by the coherence of the pattern across decision categories and by the match between the strategy, other functions and the overall business.
- 6) Over the long term, a manufacturing strategy succeeds as it guides the business in building capabilities essential to achieve the firm's chosen competitive advantage.

Nach ZAHN¹⁹⁵ muss eine Produktionsstrategie, abgeleitet aus der Geschäftsfeldstrategie, nachstehende Punkte beinhalten:

- Produktionsaufgabe (zu fertigende Produkte und anzubietende Dienstleistungen)
- Basisstruktur (Werksstandorte, Gesamtkapazität und ihre Aufteilung auf bestimmte Produktionseinrichtungen, sowie Art und Größe der Produktionsanlagen)
- Infrastruktur (Managementunterstützungssysteme, IuK Technologien, Datenbanken sowie Planungs- und Steuerungssysteme)
- Produktionsprozess (Grad der vertikalen Integration, Logistik und Prozessorganisation)
- Humanressourcen (Qualifizierung und Motivation der Mitarbeiter)

Nach WILDEMANN¹⁹⁶ sind in einer Produktionsstrategie (er spricht dabei von Fertigungsstrategie) die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Fertigungsbreite
- Fertigungstiefe
- Integration

¹⁹⁴ Vgl. Clark (1996), S.44ff.

¹⁹⁵ Vgl. Zahn (1994), S.527 ff.

¹⁹⁶ Vgl. Wildemann (1994), S.9

- Materialfluss
- Steuerung
- Strukturorganisation
- Personal
- Technologien
- Qualität
- Technologiebewertung
- Kostenstrukturen

Für ZÄPFEL¹⁹⁷ besteht eine Produktionsstrategie aus vier Teilbereichen:

- Technologiestrategie
- Strategie zur Fertigungstiefe
- Kapazitätsstrategie
- Standortstrategie

FRIEDLI¹⁹⁸ sieht die Produktionsstrategie (Strategisches Produktionsmanagement) als Management der Gesamtunternehmung und leitet, aufbauend auf das Modell Integriertes Management nach BLEICHER¹⁹⁹, vier Gestaltungsfelder ab:

- Leistungsumfang
- Ressourcen
- Human Resources
- Organisation

VOIGT²⁰⁰ beschreibt die strategischen Optionen im Funktionsbereich Produktion mit Bezug auf folgende Gestaltungsfelder:

- Bestimmung der Fertigungstiefe
- Auswahl der Produktionstechnologien
- Gestaltung organisatorischer Strukturmerkmale
- Bestimmung des Orts der Wertschöpfung

¹⁹⁷ Vgl. Zäpfel (2000), S.115

¹⁹⁸ Vgl. Friedli (2006), S.203ff.

¹⁹⁹ Siehe Bleicher (1999)

²⁰⁰ Vgl. Voigt (2008), S.218

Nach RAMSAUER²⁰¹ werden in einer Produktionsstrategie folgende Punkte definiert:

- The products to be produced.
- The performance of the production system required to achieve strategic advantage.
- The opportunities for production and sourcing.
- The process architecture of production (including flexibility, automation, technology and capability for fast ramp-up of new products).
- Human resource opportunities.
- The location or the network of locations of production.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Zusammenfassung der in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Literatur.

INHALTE	SKINNER	HAYES/ WHEELWRIGHT	HILL	CLARK	ZAHN	WILDEMANN	ZÄPFEL	FRIEDLI	VOIGT	RAMSAUER		
Produkt-entwicklung	x	x	Keine Zuordnung	Keine Zuordnung	x					x		
Produktions-anlagen	x	x			x	x				x	x	
Prozess-technologie	x	x						x	x		x	x
Sourcing und vertikale Integration		x			x	x				x	x	
PPS	x	x					x	x				
Personal	x						x	x		x		x
Organisation	x	x					x	x		x	x	x
Kapazitäten	x	x					x	x	x		x	x
Standort	x	x					x	x	x		x	x
Kostenstrukturen								x				x

Tabelle 4: Zusammenfassung der Inhalte von Produktionsstrategien

²⁰¹ Vgl. Ramsauer (2009), S.8

3.5.3 Positionierung der Produktionsstrategie in der Unternehmung

„Strategies concern supporting markets.“²⁰²

“Finally it is evident that manufacturing strategy cannot be pursued without close integration with other functions, but we know too little about integrating functional strategies in a dynamic context, and too little about the impact on performance of functional interactions.“²⁰³

Langfristige Erfolge durch Aufbau und Sicherung von Wettbewerbsvorteilen gegenüber Mitbewerbern können insbesondere dann erreicht werden, wenn die Produktion in der Strategie einer Unternehmung eine gewichtige Rolle spielt. Dabei muss die Produktion nach Gesichtspunkten der Effizienz und der Effektivität entsprechen, um eine schlüssige Unternehmungsstrategie realisieren zu können.²⁰⁴

„Companies require a strategy not based solely on marketing, manufacturing or any other function, but one that embraces the interface between markets and functions.“²⁰⁵

Eine Produktionsstrategie muss daher in Abstimmung mit der Unternehmungsstrategie entwickelt werden²⁰⁶ und sich am gesamten Unternehmungsgeschehen orientieren²⁰⁷. Der dazu notwendige Prozess zur Integration bzw. Abstimmung läuft bereichsübergreifend, sowie entlang der Wertschöpfungsketten zur optimalen Ressourcenallokation im Hinblick auf Markt- und Kundenbedürfnisse.²⁰⁸ Daher ergibt sich die Notwendigkeit, die Formulierung einer Produktionsstrategie einerseits in Abstimmung mit Marketingstrategie, der F&E Strategie, der Beschaffungsstrategie, der Personalstrategie und der Finanzierungsstrategie durchzuführen. Andererseits ist es unabdingbar, diese Strategien in Einklang mit der Wettbewerbsstrategie der Gesamtunternehmung bzw. der betroffenen Geschäftsfelder, zur Ermöglichung einer

²⁰² Hill (2000), S.22

²⁰³ Clark (1996), S.57

²⁰⁴ Vgl. Wildemann (1994), S.2

²⁰⁵ Hill (2000), S.30

²⁰⁶ Vgl. Ramsauer (2009), S.49

²⁰⁷ Vgl. Zäpfel (2000), S.7

²⁰⁸ Vgl. Wildemann (1994), S.3

Integration, zu erarbeiten.²⁰⁹ Erforderlich ist eine Integration der Produktionsstrategie in die vertikal übergeordneten Strategien unter anderem zur:²¹⁰

- Definition marktgerechter Fertigungsaufgaben
- Festlegung der F&E Prioritäten
- Anwerbung und Entwicklung von entsprechendem Produktionspersonal
- Bestimmung der notwendigen Investitionen.

Auf Ebene der Unternehmensstrategie (Wettbewerbsstrategie) ist einerseits definiert, in welchen Märkten die Unternehmung teilnimmt und andererseits wie die Beschaffung und Bereitstellung der Kernkompetenzen für die jeweiligen Business Units aussieht.²¹¹ Oftmals ist die Unternehmensstrategie nur eine Kompilation der einzelnen Funktionsstrategien. Daher ist der gesamthafte Blick zur Integration, vertikal und horizontal wichtig, um zu vermeiden, dass die Formulierung der Unternehmensstrategie nur zu einer ausgedehnten Liste von Ausführungen der Funktionalebene wird.²¹²

In der vorliegenden Arbeit wird die Produktionsstrategie als „Funktionalstrategie im Gesamtsystem betrieblicher Strategien“²¹³ verstanden.

3.5.4 Positionierung im Wettbewerb

Eines der wesentlichen Ziele einer Strategieformulierung ist es, im Wettbewerb, also im Kampf um Marktanteile, zu bestehen. Es gilt, die Positionierung innerhalb der Branche zu finden, in der die eigene Unternehmung gegen

- die Bedrohung durch Einsteiger
- die Verhandlungsstärke der Kunden und/oder Lieferanten
- die Positionskämpfe innerhalb der bestehenden Konkurrenz, sowie
- die Bedrohung durch Substitutionsprodukte oder -dienstleistungen

verteidigbar ist bzw. diese zu seinem eigenen Vorteil beeinflussen kann.²¹⁴

²⁰⁹ Vgl. Zahn (1988), S.526

²¹⁰ Vgl. Zahn (1988), S.526f.

²¹¹ Vgl. Hayes/Wheelwright (1984), S.28

²¹² Vgl. Hill (2000), S.20f.

²¹³ Kaluza/Blecker (2003), S.7

²¹⁴ Vgl. Porter (1996), S.13f.

Die Positionierung der eigenen Unternehmung im Markt kann nach HINTERHUBER²¹⁵ mit Hilfe von fünf Kriterien abgeschätzt werden:

- Die **relative Marktposition**, bezogen auf den stärksten Mitbewerber setzt sich zusammen aus Marktanteil, Rentabilität, Risiko, Marketingpotential und Art der Quellen von Wettbewerbsvorteilen.
- Das **relative Produktionspotential** ist eine Kombination aus Produktionskapazitäten, Standorten, Anzahl der Fertigungsbetriebe, Wirtschaftlichkeit der Produktionsprozesse sowie Zugang zu Rohstoffen, Energieträgern und Halbfertigfabrikaten.
- Das **relative Forschungs- und Entwicklungspotential** setzt sich u.a. aus Produktpalette und -qualität sowie der Innovationsrate zusammen.
- Die **relative Qualifikation der Führungskräfte** wird im Vergleich zu den stärksten Mitbewerbern ermittelt.
- Die **Kernkompetenzen der Unternehmung** sind wesentlich für die Beantwortung der Frage, ob auf Veränderungen im Markt adäquat reagiert werden kann.

Nach PFEIFFER/DÖGL²¹⁶ kann eine Strategie, abhängig von Technologieattraktivität und Ressourcenstärke, grundsätzlich offensiv (investieren) oder defensiv (desinvestieren) ausgerichtet werden. ZÄPFEL²¹⁷ zeigt, wie aus diesen grundsätzlichen strategischen Überlegungen Produktionsstrategien abgeleitet werden können (siehe Abbildung 21). Im ersten Schritt gilt es, die Ausgangssituation in einer strategisch orientierten Basisanalyse zu untersuchen²¹⁸, um mögliche Chancen und Gefahren für jede einzelne Geschäftseinheit, sowie für die Unternehmung gesamt abzuschätzen.²¹⁹ Diese Umweltanalyse kann beispielsweise in nachfolgende Bereiche gegliedert sein:²²⁰

- Analyse der politischen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Entwicklung der Umwelt
- Analyse des Industriesektors (Branchenanalyse)
- Stellung der Unternehmung im Industriesektor

²¹⁵ Vgl. Hinterhuber (2004), S.153ff.

²¹⁶ Vgl. Pfeiffer/Dögl (1986), S.153ff.

²¹⁷ Vgl. Zäpfel (2000), S.116

²¹⁸ Vgl. Wohinz (2003), S.74

²¹⁹ Vgl. Hinterhuber (2004), S.114

²²⁰ Vgl. Hinterhuber (2004), S.116f.

Neben der Umwelt sind die Fähigkeiten und Potenziale innerhalb der eigenen Unternehmung zu berücksichtigen, woraus Stärken und Schwächen abgeleitet werden können.²²¹ Bei HINTERHUBER²²² finden diese implizit im Bereich „*Stellung der Unternehmung im Industriesektor*“ Berücksichtigung. Aufbauend auf die Erkenntnisse aus der Basisanalyse kann im nächsten Schritt ein Zielsystem erarbeitet werden.

Die festgelegten Ziele entscheiden im Endeffekt darüber, ob eine strategische Maßnahme richtig oder falsch, respektive effektiv, war. Allgemein können sich die Zielausrichtungen zueinander komplementär, konkurrierend oder indifferent verhalten. Im Falle von konkurrierenden Zielen ist ein Kompromiss zu finden.²²³ BOYER/LEWIS²²⁴ verweisen auf Studien, die Trade Offs als nicht mehr relevant ansehen, sei es durch die Notwendigkeit der Verbesserung in allen Zieldimensionen oder aufgrund neuer Technologien, die Trade Offs gar nicht erst entstehen²²⁵ bzw. nur mehr in abgeschwächter Form auftreten lassen²²⁶.

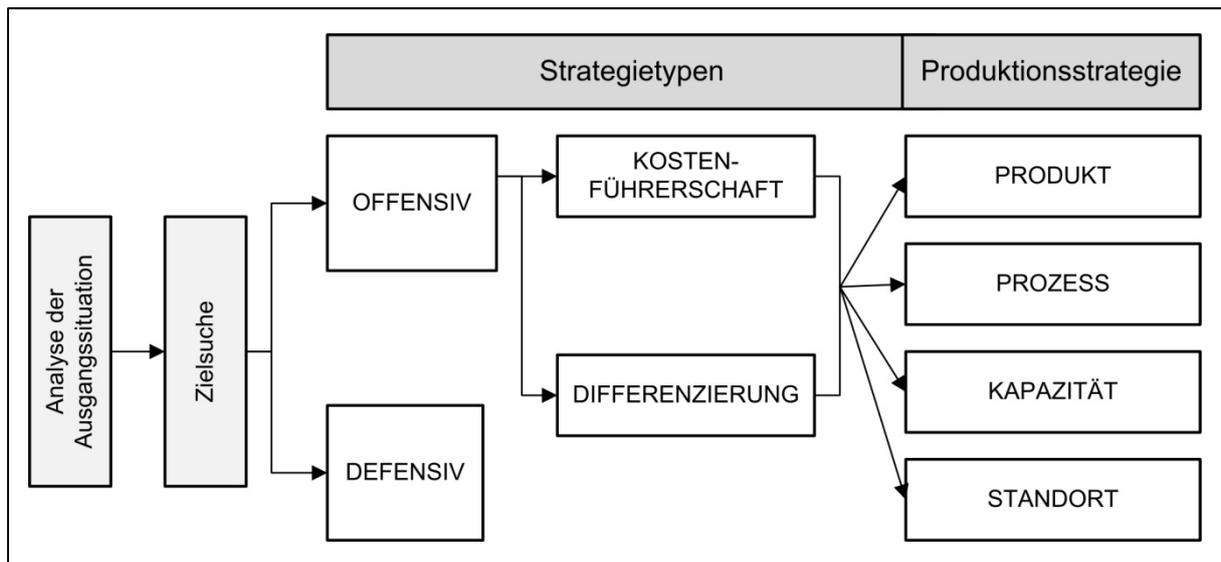


Abbildung 21: Strategietyp und Produktionsstrategie²²⁷

²²¹ Vgl. Wohinz (2003), S.73

²²² Hinterhuber (2004), S.117

²²³ Vgl. Voigt (2008), S.50f.

²²⁴ Vgl. Boyer/Lewis (2002), S.9ff.

²²⁵ Vgl. Friedli (2006), S.121

²²⁶ Vgl. Skinner (1996), S.8f.

²²⁷ In Anlehnung an Zäpfel (2000), S.116 und Wohinz (2003), S.74

Aus dem Zielsystem ergibt sich unter Berücksichtigung der Ausgangssituation eine grundsätzlich offensive oder defensive Strategieausrichtung. Offensiv ist hierbei als Ausbau oder Erhalten der Marktanteile zu verstehen, während defensiv einen Rückzug aus dem Markt, mit allen damit verbundenen Konsequenzen, bedeutet.²²⁸

Insbesondere in käuferdominierten Märkten setzt sich die Forderung nach einer kurzen „time-to-market“ durch. Eine unternehmungsübergreifende Produkt- und Prozessentwicklung mit Partnern kann sich damit als vorteilhaft erweisen.²²⁹

HINTERHUBER²³⁰ sieht die Positionierung im Wettbewerb als einen wesentlichen Teil der Umweltanalyse einer Unternehmung. Dazu gehören insbesondere die Marktposition (z.B. Marktanteile, Kernkompetenzen, Quellen von Wettbewerbsvorteilen, Innovationspotential), die Kostensituation der Unternehmung (z.B.: Analyse der Standorte mit Bezug auf die Energie- und Rohstoffversorgung), sowie spezifische Wettbewerbsfaktoren (z.B. Finanzstärke der Unternehmung, Fähigkeiten des Managements).

FRIEDLI²³¹ teilt produzierende Unternehmungen nach der strategischen Positionierung der Produktion, sowie nach der Ressourcenplanung ein (siehe Abbildung 22) und erarbeitet unter Berücksichtigung der jeweiligen Extrempositionen eine Untergliederung in vier Typen:

Auslastungsoptimierer

Der Auslastungsoptimierer ist als Profit Center konzipiert und definiert sich über seine erzeugten Produkte. Dieser Typ zeichnet sich besonders durch hochspezialisierte Produktionslinien aus, die nur wenige ausgewählte Produkte erzeugen können. Die zur Verfügung stehenden Ressourcen sind minimal. Ziel ist die Erreichung einer hohen Auslastung der eingesetzten Ressourcen, um konkurrenzfähige Preise anbieten zu können.²³²

²²⁸ Vgl. Zäpfel (2000), S.116

²²⁹ Vgl. Schönsleben (2011), S.101f.

²³⁰ Vgl. Hinterhuber (2004), S.117

²³¹ Vgl. Friedli (2006), S.120

²³² Vgl. Friedli (2006), S.119ff.

Prozessspezialist

Die Ressourcenplanung des Prozessspezialisten ist auf größtmögliche Verfügbarkeit ausgelegt. Darum hält dieser Typ eine Maximalkapazität vor, was sich in redundanten Produktionslinien für ausgewählte Produkte ausdrückt. Differenzierungsmerkmal am Markt ist die sehr hohe Liefertreue. Dahinter stecken hohe Prozessmanagement-Fähigkeiten, die eine optimale Konfiguration der Supply Chain ermöglichen. Die Produktionssysteme des Prozessspezialisten sind auf Skaleneffekte ausgelegt.²³³

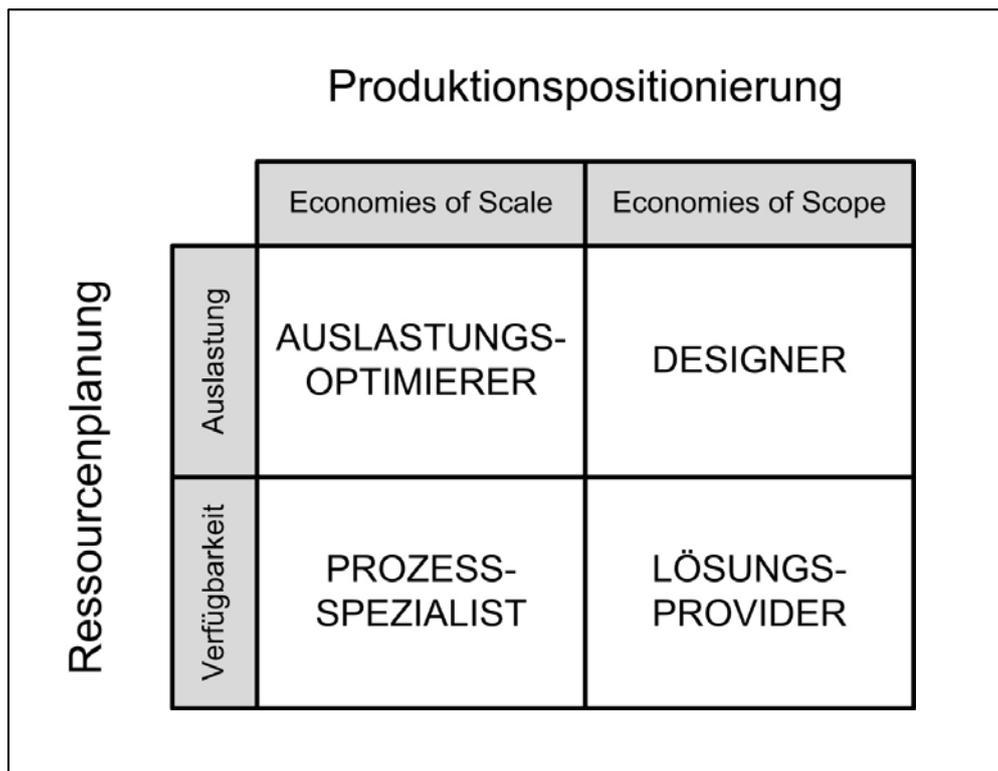


Abbildung 22: Typologie produzierender Unternehmungen²³⁴

Designer

Der Designer differenziert sich vom Wettbewerb durch sein hohes Verständnis der Kundenanforderungen und die Übersetzung dieser Bedürfnisse in Produktionsleistungen. Dieser Typ will als Produktions-, nicht nur als Produkthanbieter verstanden werden. Gleich wie der Auslastungsoptimierer zielt er auf größtmögliche Auslastung seiner Ressourcen ab, allerdings vordergründig über die Ausrichtung „Economies of

²³³ Vgl. Friedli (2006), S.119ff.

²³⁴ Friedli (2006), S.120

Scope“. Neben seinen flexiblen Produktionslinien verfügt er über Ausweichkapazitäten in Produktionsnetzwerken.²³⁵

Lösungsanbieter

Der Lösungsanbieter verfügt über ein Netzwerk an Produktionskapazitäten, auf welches im Anlassfall zurückgegriffen werden kann. Dadurch kann dieser Typ ohne Vorhalten interner Überkapazitäten eine hohe Verfügbarkeit von Produktionsleistungen sicherstellen. Es erfordert allerdings ausgeprägte Koordinationsfähigkeiten zur Steuerung dieses Netzwerks und stellt somit hohe Anforderungen an die Mitarbeiter. Ausgestattet ist der Lösungsanbieter mit universellen, voll flexiblen Produktionslinien.²³⁶

3.6 Konzepte zur Umsetzung von Produktionsstrategien

Produktionskonzepte geben vor, wie Produktionssysteme und die darin enthaltenen Elemente zu gestalten, sowie die zur Erreichung dieses Zustandes notwendigen Methoden und Instrumente einzusetzen sind. Die zur Anwendung kommenden Konzepte sind dabei von der Zielsetzung in der Produktionsstrategie abhängig. Einschränkend gilt allerdings, dass Produktionsstrategien sich nicht notwendigerweise an Produktionskonzepte halten, respektive vollständig oder in abgewandelter Form umsetzen müssen, sondern sich auch nur bestimmter Instrumente bedienen können.²³⁷

SCHUH/KLAPPERT/MEYNA²³⁸ mahnen allerdings, dass die etablierten Produktionskonzepte scheinbar nur mehr bedingt dazu geeignet sind, um im globalen Wettbewerb Vorteile zu generieren.

Nachfolgend wird ein Überblick über ausgewählte Konzepte, die zur Umsetzung von Produktionsstrategien zum Einsatz kommen können, gegeben (siehe Abbildung 23).

²³⁵ Vgl. Friedli (2006), S.119ff.

²³⁶ Vgl. Friedli (2006), S.119ff.

²³⁷ Vgl. Kaluza/Blecker (2003), S.8

²³⁸ Vgl. Schuh/Klappert/Kreysa (2008), S.295

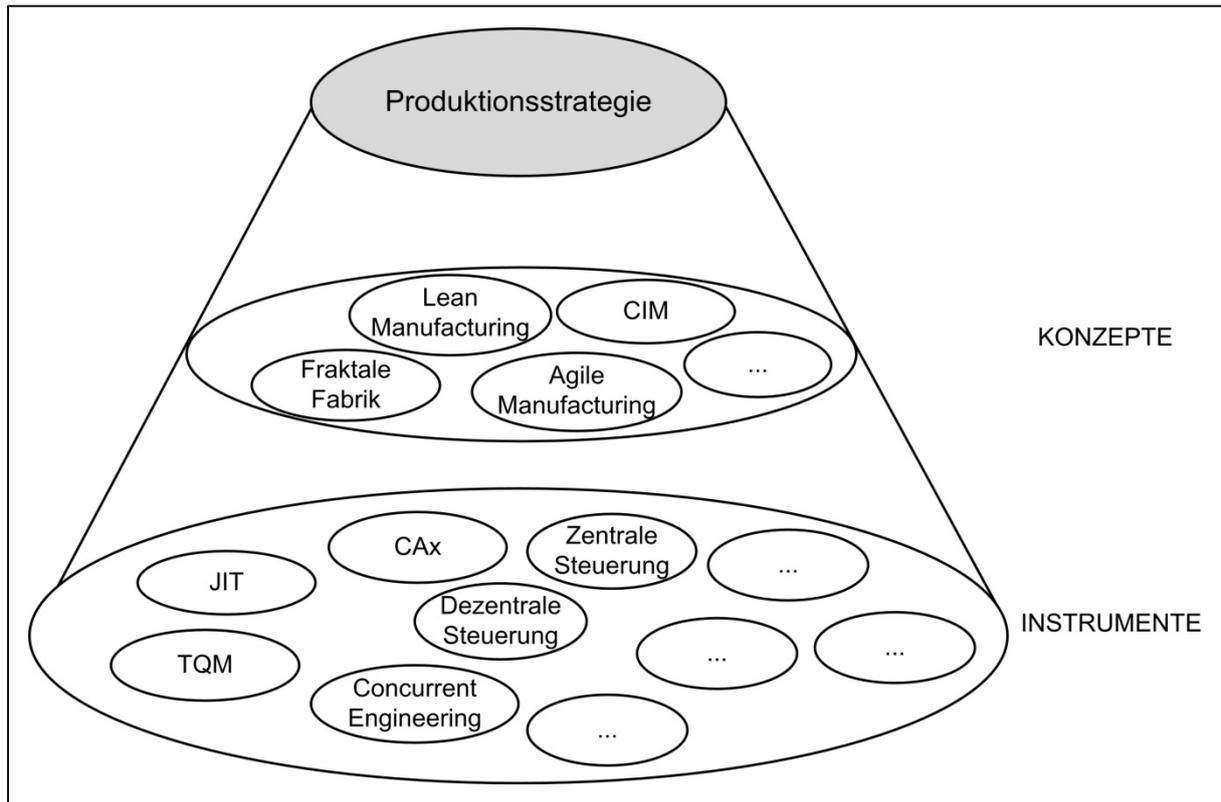


Abbildung 23: Konzepte und Instrumente in der Produktionsstrategie²³⁹

Lean Manufacturing

Die Bezeichnung „Lean Manufacturing“ bzw. „Lean Production“, ist auf eine fünfjährige Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT) zurückzuführen, in welcher der Erfolg und Misserfolg von Automobilherstellern in den späten 1980er Jahren untersucht wurde. Darin wurde der Lean Gedanke skizziert, der in seinen Grundzügen auf dem Toyota-Produktionssystem nach OHNO²⁴⁰ fußt. Oberste Priorität des Toyota-Produktionssystems war die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch konsequente und gründliche Beseitigung von Verschwendung, sowie der gleichzeitigen Betonung des Respekts vor dem Menschen.²⁴¹ Respekt vor dem Mitarbeiter ist insbesondere deshalb hervorzuheben, da der Begriff Lean in weiterer Folge häufig mit „weniger Mitarbeiter“ gleichgesetzt wurde.²⁴² Der Lean-Gedanke vereint die Vorzüge von Massenproduktion und Handwerksproduktion bei gleichzeitiger Vermeidung der Nachteile, nämlich der hohen Kosten eines Handwerksbetriebs und der Inflexibilität einer Massenproduktion. Einer der

²³⁹ In Anlehnung an Kaluza/Blecker (2003), S.7 und Zahn/Dillerup/Foschiani (1997), S.6

²⁴⁰ Vgl. Ohno (1993), S.12

²⁴¹ Vgl. Ohno (1993), S.14

²⁴² Vgl. Womack/Jones (2004), S.9

wesentlichen Unterschiede zu anderen Konzepten ist in der Zielsetzung begründet. Während bei Massenproduzenten die Ziele nach der Mentalität „gerade gut genug“ angesetzt werden, wird im Lean-Konzept bewusst der Idealzustand (null fehlerhafte Teile, unendliche Produktvariationen, sich ständig reduzierende Kosten etc.) als Ziel angestrebt. Der implizierte Sinn steckt nicht darin, diese Ziele tatsächlich zu erreichen, sondern kontinuierlich danach zu streben.²⁴³ Dem Lean-Thinking liegen fünf Prinzipien zu Grunde:²⁴⁴

1) Wert

Der Wert wird vom Endverbraucher, bezogen auf ein bestimmtes Produkt oder eine Dienstleistung, definiert und vom Hersteller erzeugt. Hier geht es um die Bereitstellung der richtigen Güter und/oder Dienstleistungen auf die richtige Weise. Dazu muss der jeweilige Wert möglichst exakt definiert werden.

2) Wertstrom

Unter Wertstrom sind alle spezifischen Tätigkeiten zu verstehen, die notwendig sind, um ein Produkt oder eine Dienstleistung (oder eine Kombination aus beiden), vom ersten Konzept bis zur Auslieferung an den Kunden, entstehen zu lassen.

3) Flow

Hierbei geht es um das Auflösen des Abteilungs- und Funktionsdenkens, hin zur Schaffung einer Kultur, in der jeder einen positiven Beitrag zur Wertschöpfung leistet.

4) Pull

Leistungen werden nur dann erbracht, wenn sie nachgefragt werden.

5) Perfektion

Nach Durchlaufen der vier vorhergenannten Prinzipien entsteht ein Produkt und/oder eine Dienstleistung, die dem entspricht, was der Kunde tatsächlich wünscht. Die Perfektion ist die vollständige Beseitigung von Verschwendung, sodass alle Tätigkeiten entlang des Wertschöpfungsstroms tatsächlich Wert generieren.²⁴⁵

²⁴³ Vgl. Womack/Jones/Roos (1990), S.12ff.

²⁴⁴ Vgl. Womack/Jones (2004), S.24ff.

²⁴⁵ Vgl. Womack/Jones (2004), S.408

Im Lean-Gedanken entspricht alles, was keine wertschöpfende Tätigkeit darstellt, einer Verschwendung.²⁴⁶ Die vollständige Beseitigung dieser Verschwendungen kann die betriebliche Rentabilität erheblich verbessern.²⁴⁷ Bezogen auf die Produktion, kann Verschwendung in sieben Kategorien eingeteilt werden:²⁴⁸

- Überschussproduktion
- Verzögerungen und Wartezeiten in der Produktion
- Transportbewegungen
- Bearbeitung
- Lagerbestände
- Überflüssige Bewegungsabläufe
- Herstellung defekter Erzeugnisse

HALLGREN/OLHAGER²⁴⁹ belegen in einer Studie, dass Lean-Manufacturing speziell dann Sinn macht, wenn die Verbesserung der Kostensituation (Strategie der Kostenführerschaft) im Fokus der Unternehmung liegt. Weiters konnte nachgewiesen werden, dass sich der Einsatz der Lean-Prinzipien auch signifikant positiv auf die Qualität, die Liefertreue und die Flexibilität auswirken.

Die Prinzipien des Lean-Manufacturing eignen sich hervorragend als Grundlage für eine energiebewusste und ökologieorientierte Produktionsstrategie.²⁵⁰

Agile Manufacturing

Das Konzept des Agile Manufacturing wurde von GOLDMAN et al.²⁵¹ zur Begegnung neuer Herausforderungen im Wettbewerb, wie z.B. der Forderung nach breiteren Produktpaletten oder immer kürzer werdende Produktlebenszyklen, entwickelt.

„Future competitive battles [...] would require that companies be able to develop short-lifetime, easily customizable, information-rich products and services targeted at niche markets, and to do much more quickly and much less expensively than was possible under the mass-production-based system.“²⁵²

²⁴⁶ Vgl. Ohno (1993), S.45

²⁴⁷ Vgl. Shingo (1992), S.161

²⁴⁸ Vgl. Ohno (1993), S.46

²⁴⁹ Vgl. Hallgren/Olhager (2009), S.991f.

²⁵⁰ Vgl. Heinen/Wulf (2011), S.504

²⁵¹ Vgl. Goldman et al. (1996), S.XI

²⁵² Goldman/Nagel/Preiss (1995), S.XXII

GUNASEKARAN/YUSUF²⁵³ verstehen darunter die logische Weiterentwicklung von Lean Manufacturing. Der wesentliche Unterschied zur schlanken Produktion wird darin gesehen, dass das Lean-Manufacturing-Konzept eine Reaktion auf veränderte Wettbewerbsbedingungen ist, unter der Annahme limitierter Ressourcen. Agile Manufacturing hingegen ist eine Antwort auf die erhöhte Komplexität, bedingt durch kontinuierliche Veränderung der Umwelt. Während Lean Manufacturing eine Ansammlung operativer Werkzeuge ist (SIC!), die es ermöglicht, die bestehenden Ressourcen besser zu nutzen, versteht sich Agile Manufacturing hingegen als Gesamtstrategie, welche über die Grenzen der Unternehmung hinweg Ressourcen nutzt, um in einem hochdynamischen Umfeld zu bestehen.²⁵⁴

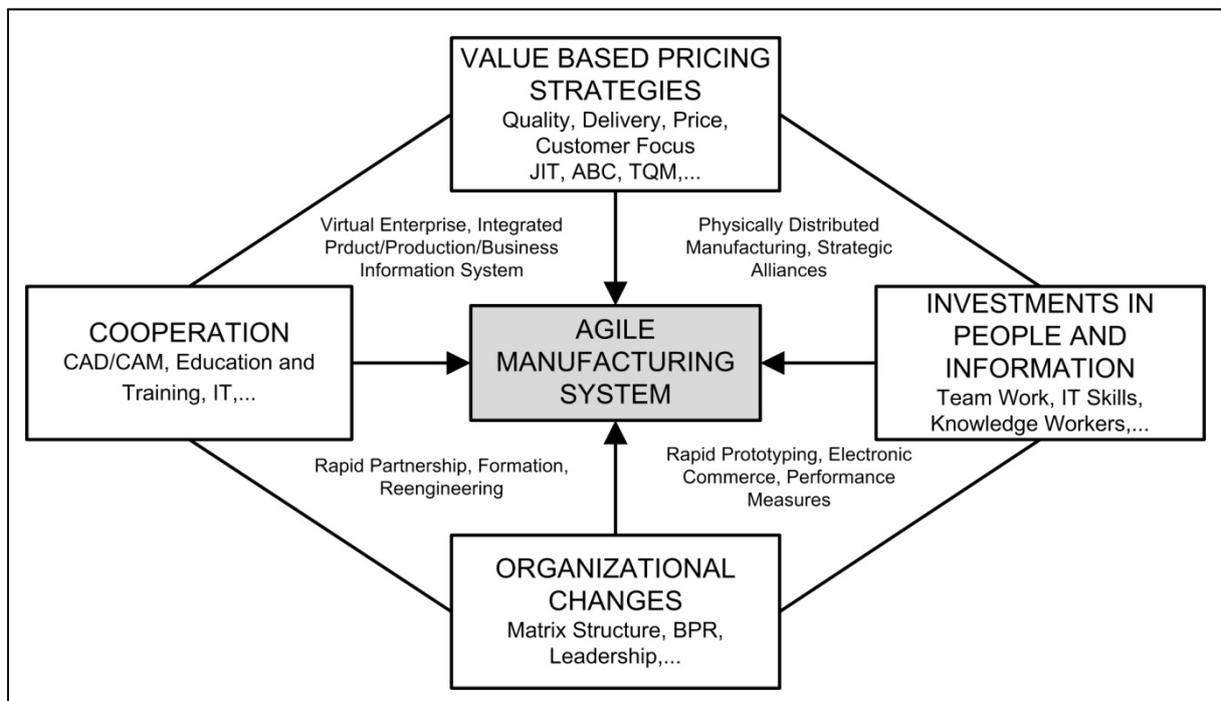


Abbildung 24: Konzeptioneller Rahmen des Agile-Manufacturing Systems²⁵⁵

Das Rahmenmodell nach GUNASEKARAN²⁵⁶ (siehe Abbildung 24) beschreibt vier wesentliche Dimensionen, die Einfluss auf die Agilität nehmen:

- 1) Wertbasierte Verrechnungen zur Erhöhung des Kundennutzens
- 2) Kooperationen durch IuK Technologien zur Erhöhung der Reaktionsfähigkeit
- 3) Organisationale Beherrschung von Wandel und Unsicherheit

²⁵³ Vgl. Gunasekaran/Yusuf (2002), S.1358

²⁵⁴ Vgl. Sanchez/Nagi (2001), S.3562

²⁵⁵ Gunasekaran (1998), S.1233

²⁵⁶ Vgl. Gunasekaran (1998), S.1233ff. und Friedli (2006), S.153f.

- 4) Investitionen, mit deren Unterstützung der Einfluss von Mensch und Informationen auf die Unternehmung systematisch steigt

Die Studie von HALLGREN/OLHAGER²⁵⁷ beweist, dass Agile Manufacturing die richtige Wahl darstellt, wenn die Unternehmung eine Differenzierungsstrategie verfolgt. Während die Flexibilität, die Liefergeschwindigkeit und -treue, sowie die Zuverlässigkeit und die Effektivität messbar steigen, kann hingegen keine messbare Verbesserung der Kostensituation festgestellt werden.

Das Konzept Agile Manufacturing stellt den vorläufigen Schlusspunkt der Entwicklung produzierender Unternehmungen dar, die insbesondere auf die Anforderungen steigender Flexibilität in dynamischer werdenden Märkten reagieren müssen.²⁵⁸

Fraktale Fabrik

Das Modell der Fraktalen Fabrik wurde von WARNECKE²⁵⁹ entwickelt und lehnt sich an Vorbilder aus der Natur an. Die grundlegende Erkenntnis dahinter lautet, dass „glatte“ Objekte in der Vergrößerung immer einfacher werden, während natürliche Objekte (wie z.B. die Organisation einer Unternehmung) bei vergrößerter Betrachtung immer neue Details offenbaren. Ein Fraktal ist demnach definiert als eine *„selbständig agierende Unternehmenseinheit, deren Ziele und Leistung eindeutig beschreibbar sind.“*²⁶⁰

Diese Fraktale unterliegen den Prinzipien der Selbstähnlichkeit, Selbstorganisation, Selbstoptimierung, Zielorientierung, sowie der Dynamik. Fraktale stehen zueinander in einer Dienstleistungsbeziehung.²⁶¹

Eines der wesentlichen Merkmale der Fraktalen Fabrik ist die Wahrnehmung des sich verändernden Umfeldes einer Unternehmung als Wettbewerbschance und nicht als Gefahr oder Problem:

- Kurzfristige Anpassung der Kapazitäten an den Bedarf
- Weiterentwicklung der Unternehmung ohne Notwendigkeit von Weisungen oder speziellen Projekten

²⁵⁷ Vgl. Hallgren/Olhager (2009), S.991f.

²⁵⁸ Vgl. Friedli (2006), S.153

²⁵⁹ Vgl. Warnecke (1992), S. 136f.

²⁶⁰ Warnecke (1992), S.142

²⁶¹ Vgl. Friedli (2006), S.170 und Warnecke (1992), S.143

- Wandelbedingt sinnlos gewordene Strukturen werden aufgelöst
- Neue Aufgaben ergeben als Konsequenz neue Strukturen²⁶²

Nach außen hin wird sich die Fraktale Fabrik kaum von anderen Konzepten unterscheiden. Ihr Potential ergibt sich aus der inneren, wenig sichtbaren Kultur, wodurch eine Veränderung des Selbstverständnisses aller Beteiligten erforderlich wird.²⁶³

Total Productive Maintenance (TPM)

TPM wurde von NAKAJIMA²⁶⁴ entwickelt und verknüpft die japanischen Konzepte von Total Quality Control (TQC) und Total Quality Management (TQM) sowie die komplette Einbeziehung der Mitarbeiter mit der präventiven Instandhaltung.

TPM vollständig definiert, beinhaltet fünf Punkte:

- Ziel von TPM ist die Maximierung der Anlageneffektivität (overall effectiveness)
- TPM etabliert ein durchgehendes System der produktiven Instandhaltung für die gesamte Lebensdauer der Anlagen
- TPM wird von verschiedenen Bereichen durchgeführt (Ingenieurwesen, Anlagenbetreiber, Instandhaltung)
- TPM betrifft jeden einzelnen Beschäftigten vom Manager bis zum einfachen Arbeiter im Werk
- TPM basiert auf der Förderung von produktiver Instandhaltung durch Motivationsmanagement

Die wesentlichen Eigenschaften von TPM werden beschrieben durch

- Total Effectiveness (Streben nach wirtschaftlicher Effizienz oder Gewinn), dem
- Total Maintenance System (ganzheitliches Instandhaltungssystem), sowie
- Total Participation (Beteiligung aller Beschäftigter).²⁶⁵

²⁶² Vgl. Warnecke (1999), S.11f.

²⁶³ Vgl. Warnecke (1992), S.143f.

²⁶⁴ Vgl. Nakajima (1995), S.17ff.

²⁶⁵ Vgl. Nakajima (1995), S.31f.

4 Rahmenbedingungen zum theoretischen Modell

Im nachfolgenden Kapitel werden die Rahmenbedingungen zum theoretischen Modell aus Kapitel 5 aufgezeigt. Dies passiert anhand einer Betrachtung der einzelnen Strategiefelder der Produktionsstrategie. Danach folgt die Identifikation der produktionsrelevanten Energieaspekte sowie die Betrachtung der grundlegenden Typen von Unternehmung in Bezug auf Energie- und Umweltbewusstsein. Abgeschlossen wird das Kapitel mit einem zusammenfassenden Überblick über die eingrenzenden Rahmenbedingungen.

4.1 Handlungsfelder in der Produktionsstrategie

In Anlehnung an RAMSAUER und ZÄPFEL (siehe 3.5.2) kann die Produktionsstrategie in vier Schwerpunkte untergliedert werden (siehe Abbildung 25).

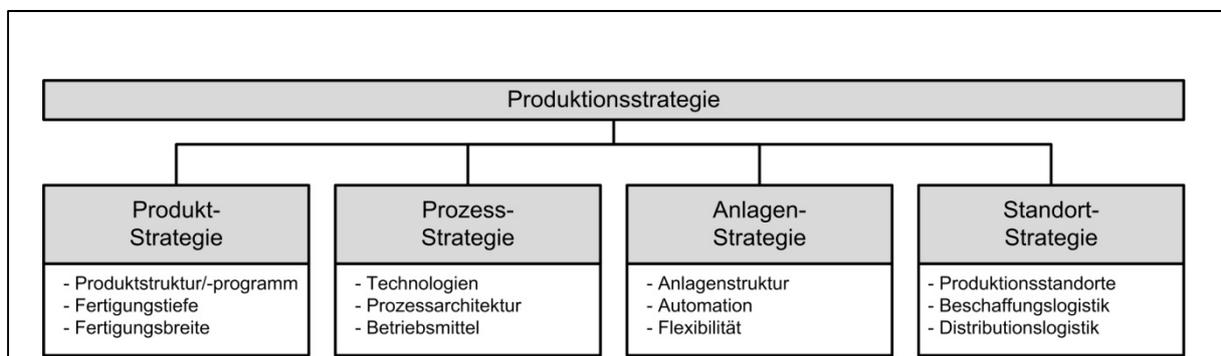


Abbildung 25: Schwerpunkte in der Produktionsstrategie

Die Produktionsstrategie besteht demnach aus einer Produkt-, Prozess-, Anlagen- und Standortstrategie. Nachfolgend wird auf jedes dieser Strategiefelder im Detail eingegangen. Dazu wird zunächst eine Definition der einzelnen Strategiefelder im Rahmen dieser Arbeit gebracht und anschließend die unterschiedlichen Möglichkeiten der Differenzierung je Strategiefeld erläutert.

4.1.1 Produktstrategie

Aus dem Absatzprogramm, welches die Gegebenheiten von Absatzmarkt und Vertrieb berücksichtigt, leitet sich das Produktionsprogramm ab.²⁶⁶ Darin werden unter Berücksichtigung der vorhandenen Kapazitäten und notwendigen Ressourcen Art und Menge der zu produzierenden Produkte determiniert.

Das Produkt ist dabei als Output des Produktionsprozesses im Sinne eines angestrebten Ziels der Produktion zu verstehen.²⁶⁷

Der Einsatz neuartiger Technologien in Produkten und/oder Produktion wirkt sich in hohem Maße auf die Produktionsprozesse sowie auf Aufbau- und Ablauforganisation einer Unternehmung aus. Eine frühzeitige Abstimmung von Produkt- und Produktionsprozess kann durch eine integrierte Gestaltung der beiden Elemente erreicht werden. Der Innovationsgrad eines Produktes ist dabei von höchster Bedeutung für Überlegungen zur Produktionsstruktur. In evolutionären Entwicklungsschritten kann auf bereits bekannte und verfügbare Produktionskonzepte zurückgegriffen werden. Hingegen kann bei revolutionären Technologiesprüngen oftmals der Bedarf an komplett neuen Produktionskonzepten entstehen.²⁶⁸

Der Einfluss der Produktgestaltung auf die Produktionsstrategie kann sich neben dem Innovationsgrad auch über weitere Merkmale bemerkbar machen. So ist die Architektur des Produkts (Modulbauweise oder Integrierter Aufbau) ein maßgeblicher Faktor für

- den Zeitpunkt der Produktindividualisierung im Produktionsprozess,
- die Sourcing Möglichkeiten,
- die Struktur und örtliche Verteilung von Produktionsstandorten sowie für
- die Flexibilität hinsichtlich Produktvariation und Schwankungen in der Produktnachfrage.²⁶⁹

²⁶⁶ Vgl. Wohinz (2003), S.228

²⁶⁷ Vgl. Corsten (2007), S.2ff.

²⁶⁸ Vgl. Eversheim/Schuh/Assmus (2005), S.15ff.

²⁶⁹ Vgl. Ramsauer (2009), S.53ff.

4.1.2 Prozessstrategie

Die Art der eingesetzten Produkt- und Prozesstechnologie kann unterschiedliche Auswirkungen auf den Wettbewerb haben. Über Technologien können beispielsweise

- Marktvolumen bzw. Wachstumsraten einer Branche verändert werden oder
- die Wettbewerbsposition in einer Branche sich verschieben.²⁷⁰

Prozesse werden zumeist hinsichtlich ihrer Effizienz, d.h. Wirtschaftlichkeit analysiert und unter diesem Aspekt der strategischen Bewertung zugeführt. Es entsteht dabei die Gefahr, den Prozess zu isoliert, auf bestimmte Funktionen beschränkt, zu optimieren. Dabei werden die sich bietenden Chancen durch eine ganzheitliche Betrachtung, unter Berücksichtigung der unternehmungsexternen Rahmenbedingungen, vernachlässigt. Um dies zu vermeiden, muss, zum Aufbau strategischer Erfolgsposition, neben der Prozesseffizienz auch die Effektivität von Prozessen, also die Erfüllung der Kundenbedürfnisse, berücksichtigt werden. Weiters ist eine Orientierung am Wettbewerbsumfeld als notwendiges Element zu nennen.²⁷¹

Abbildung 26 stellt ein Portfolio dar, in welchem Prozesse nach Technologieattraktivität und der in der Unternehmung vorhandenen Technologiekompetenz eingeordnet werden. Aus dieser Darstellung lassen sich die entsprechenden Normstrategien ableiten.

Anhand der Positionierung der Prozesse kann unterschieden werden in Kernkompetenz-, Differenzierungs- und Standardprozess. Der **Kernkompetenz** zugeordnete Prozesse stellen ein Alleinstellungsmerkmal im Sinne der Strategischen Erfolgsposition nach PÜMPIN²⁷² dar. Diese bieten die Möglichkeiten zur Technologieführerschaft, wodurch hier Investitionsmaßnahmen zur Stützung als besonders sinnvoll zu erachten sind. Weiters ist ein Einsatz in möglichst vielen Geschäftsfeldern zu prüfen.²⁷³ Als Beispiel hierfür können spezielle Verfahren zur Beschichtung von Oberflächen oder die thermomechanische Behandlung metallischer Werkstoffe zur Erzielung besonderer Eigenschaften angesehen werden. Im Bereich der **Standardprozesse** ist hingegen darauf zu achten, dass diese besonders kosteneffizient betrieben werden. Diesen ist keine besonders große

²⁷⁰ Vgl. Zäpfel (2000), S.119

²⁷¹ Vgl. Schuh (2006), S.31ff.

²⁷² Siehe Pümpin (1986)

²⁷³ Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S.412

strategische Bedeutung zuzuordnen. Daher sind hier die Maßnahmen der Desinvestition als auch des Technologierückzugs vorzusehen. **Differenzierungsprozesse** hingegen decken ein weites Feld von hoher Attraktivität bei gleichzeitig geringer Kompetenz, bis hin zu Bereichen höchster Kompetenz bei gleichzeitig niedrigster Attraktivität ab. Abhängig davon, ob die in diesem Feld eingesetzten Technologien zu Kernkompetenzen aufgebaut werden sollen, gilt es, hier zu investieren oder die Technologie an einen strategischen Partner zu verlagern.²⁷⁴

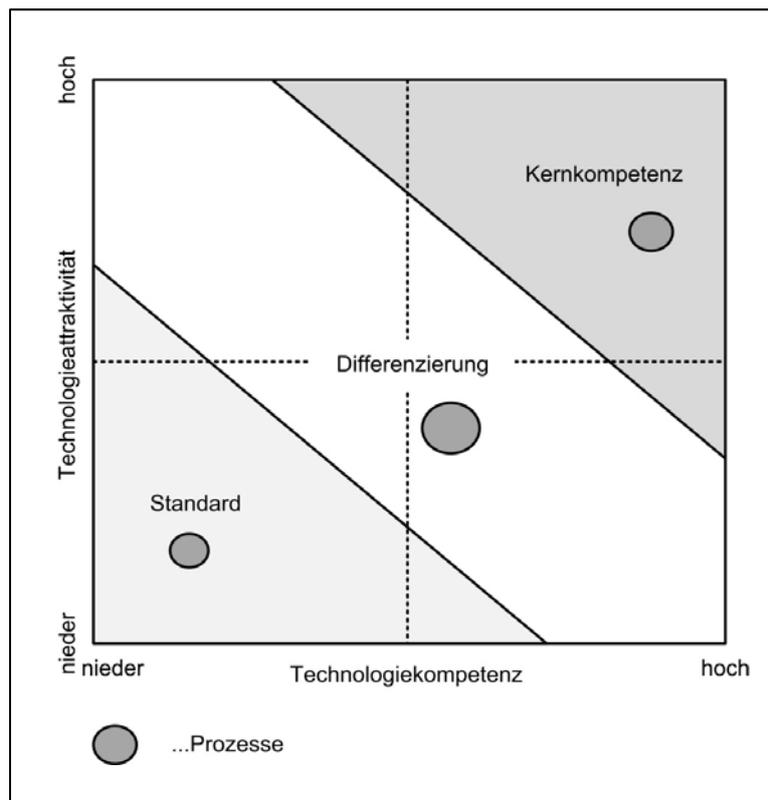


Abbildung 26: Prozessklassen im Technologieportfolio²⁷⁵

Technologieportfolios, wie in Abbildung 26 dargestellt, ermöglichen eine entsprechende Berücksichtigung der Technologiedimension im Rahmen der strategischen Planung einer Unternehmung. Dadurch lassen sich Fälle von technischer Diskontinuität (siehe Abbildung 27) besser erkennen und auch zum Vorteil gegenüber Mitbewerbern nutzen.²⁷⁶

²⁷⁴ Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S.412

²⁷⁵ In Anlehnung an Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S.412 nach Pfeiffer/Metze/Schneider (1996)

²⁷⁶ Vgl. Zäpfel (2000), S.130f.

Eine empirische Auswertung von WILDEMANN²⁷⁷ zeigt dabei zwei grundsätzliche Typen technischer Diskontinuitäten:²⁷⁸

- TYP A

Dieser Typ beschreibt Neuerungen im Bereich von Prozesstechnologie (aber auch Produkttechnologie), welche sich durch Applikation inkrementeller Verbesserungen erzielen lassen. Dazu sind Investitionen nötig, die auf die bisherige Technologie aufsetzen. Ausschlaggebende Größe sind das bis dahin erreichte Know-how, als auch das erreichte Leistungsniveau. Da nur geringe Investitionen notwendig sind, um die technische Leistungsfähigkeit zu erhöhen, besteht ein relativ geringes Risiko (finanziell als auch technologisch).

- TYP B

Hier ist eine Technologie durch eine andere substituierbar. Die Leistungsfähigkeit der neuen Technologie ist höher anzusiedeln, was aber auch entsprechend hohe Investitionen bedingt. Sofern der Leistungsfähigkeit der neuen Technologie Wettbewerbsrelevanz zukommt, wird eine Investition in diesem Bereich attraktiv. Verbunden mit diesem Typ sind allerdings auch ein entsprechend hohes finanzielles Risiko um Know-how aufzubauen (bei gleichzeitiger Nichtweiterverwendung der bekannten Technologie).

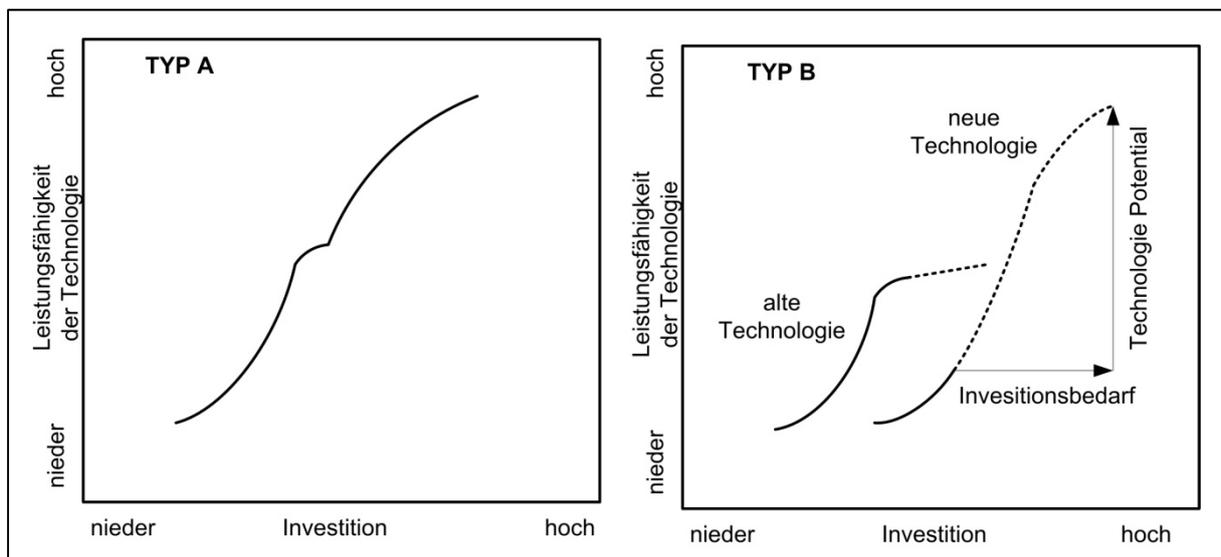


Abbildung 27: Typen technischer Diskontinuitäten²⁷⁹

²⁷⁷ Vgl. Wildemann (1987)

²⁷⁸ Vgl. Zäpfel (2000), S.131f.

²⁷⁹ Zäpfel (2000), S.131 nach Wildemann (1987)

4.1.3 Anlagenstrategie

Nach ZÄPFEL²⁸⁰ hat die Anlagenstrategie (bzw. Kapazitätsstrategie) „die Aufgabe, das Leistungsvermögen des betrieblichen Produktionssystems so festzulegen, dass die Wettbewerbsposition eines Unternehmens entsprechend seinen strategischen Zielen gehalten oder verbessert werden kann.“

Langfristige Entscheidungen im Bereich der Anlagenkapazitäten stellen besondere Herausforderungen an das Management dar. Einerseits wird durch die Investition in eine Produktionsanlage (inklusive der notwendigen Bearbeitungs-, Handhabungs-, Transport- und Lagersysteme) in der Regel sehr viel Kapital gebunden, andererseits bedarf es einer langfristigen Einschätzung der Marktdynamik sowie der Entwicklung der Produktionstechnologien. Es gilt, kapitalbindende Kapazitäten so auszulegen, dass diese den Absatzmarkt in ausreichender Form bedienen können, möglichst ohne dabei Überkapazitäten zu schaffen.²⁸¹ Zur strategischen Ausrichtung der Kapazität bieten sich die zwei Ansätze der Expansion oder Konzentration an (siehe Abbildung 28).

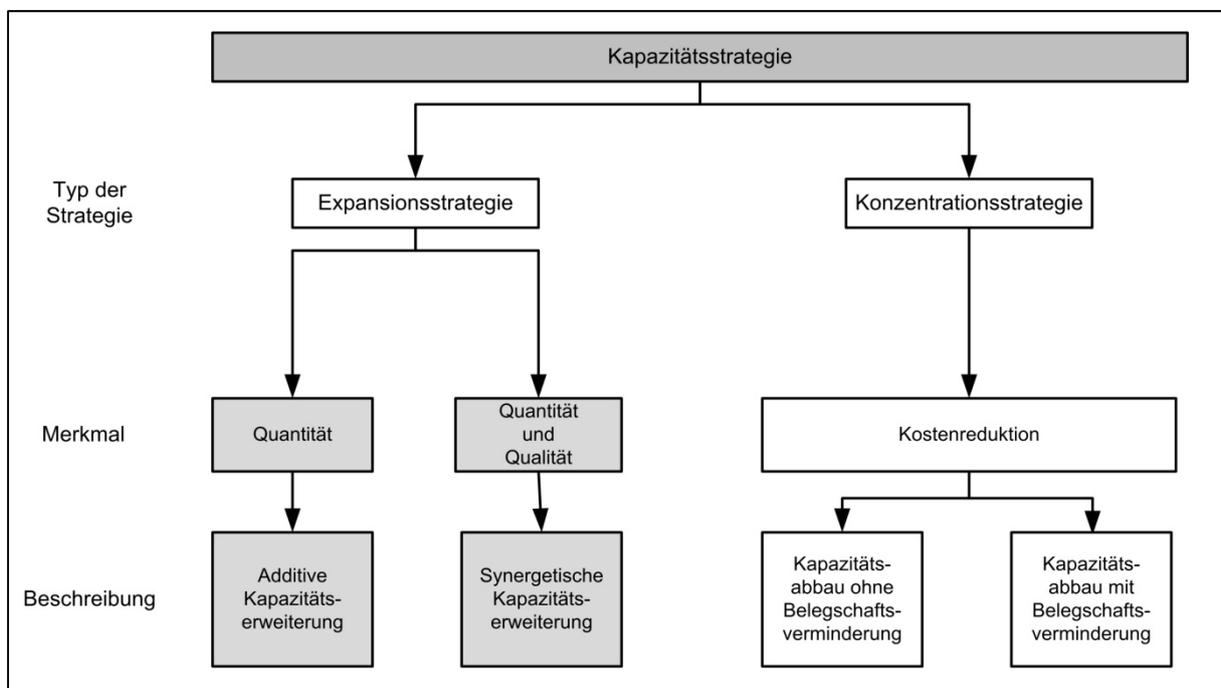


Abbildung 28: Typen von Kapazitätsstrategien²⁸²

²⁸⁰ Zäpfel (2000), S.139

²⁸¹ Vgl. Zäpfel (2000), S.139ff.

²⁸² In Anlehnung an Zäpfel (2000), S.141

In der **Expansionsstrategie** wird das produktionsseitige Leistungsvermögen vergrößert, was entweder durch eine Vergrößerung des Kapazitätsquerschnitts zur Erzielung kürzerer Durchlaufzeiten (Additive Kapazitätserweiterung) oder durch die Entwicklung neuer Produktionsqualitäten erreicht wird (Synergetische Kapazitätserweiterung). Ergebnis dieser Strategieentscheidung können verbesserte Fertigungsqualität und/oder, damit verbunden, eine erhöhte Produktivität sein. Eine **Konzentrationsstrategie** ist als Reaktion auf eine langfristig rückläufige Nachfrage zu sehen. Ziel dieser Strategie ist eine Reduzierung der anfallenden Bereitschaftskosten (zumeist mit Fixkostencharakter).²⁸³

4.1.4 Standortstrategie

Der Begriff Standort, respektive Betriebsstätte, beschreibt in diesem Zusammenhang *„den geographischen Ort der Wertschöpfung [...] an dem der Industriebetrieb Güter und Leistungen erstellt und/oder verwertet.“*²⁸⁴

Die Standortstrategie ist daher *„das Konzept einer Unternehmung bezüglich der langfristig angestrebten räumlichen Verteilung seiner Produktionskapazitäten auf die vorhandenen und potentiell neuen [...] Betriebsstätten.“*²⁸⁵ Zusätzlich ist die Ausprägung des Produktionsnetzwerks als wichtige Einflussgröße zu berücksichtigen.

Kapazitätsorientierung

Abbildung 29 gibt einen Überblick über die grundsätzlichen Möglichkeiten einer kapazitätsorientierten Standortstrategie.

Die **Expansionsstrategie** behandelt die Art und Weise, wie ein Zuwachs an Produktionskapazität räumlich verteilt werden kann.²⁸⁶ Dabei kann zwischen einer veränderten und einer unveränderten Standortstruktur differenziert werden. Bei Planung einer veränderten Struktur wird die Kapazitätserweiterung über eine höhere Anzahl an Produktionsstandorten entweder im selben geographischen Raum oder bei gleichzeitiger Vergrößerung des geographischen Raums erzielt. Im Falle einer unveränderten Standortstruktur erfolgt die sogenannte on-site-expansion, ein Aufbau

²⁸³ Vgl. Zäpfel (2000), S.143f.

²⁸⁴ Voigt (2008), S.236

²⁸⁵ Zäpfel (2000), S.146

²⁸⁶ Vgl. Voigt (2008), S.236

zusätzlicher Kapazitäten an bereits bestehenden Standorten. Im Rahmen der **Konzentrationsstrategie** wird die Vermeidung standortbedingter Kosten durch eine räumliche Umverteilung der Kapazitäten angestrebt. Eine Veränderung der Standortstruktur ergibt sich in dieser Strategie durch die Stilllegung von Standorten und die anschließende Aufteilung der Produktion auf weiterbestehende Betriebsstätten. Im Fall einer unveränderten Struktur der Standorte wird die Produktion neu aufgeteilt. Eine Ausprägung dieser Strategie ergibt sich in der „*Konzentrationsstrategie durch Fertigungssegmentierung*“²⁸⁷. Dies bedeutet eine Verlagerung der Produktion an den Standort mit den jeweils günstigsten Bedingungen. In der **Eliminationsstrategie**, analog zur Anlagenstrategie, wird eine Vermeidung standortbedingter Kosten durch eine teilweise Stilllegung von Produktionskapazitäten angestrebt. Produktions- und Standortstruktur bleiben unverändert.

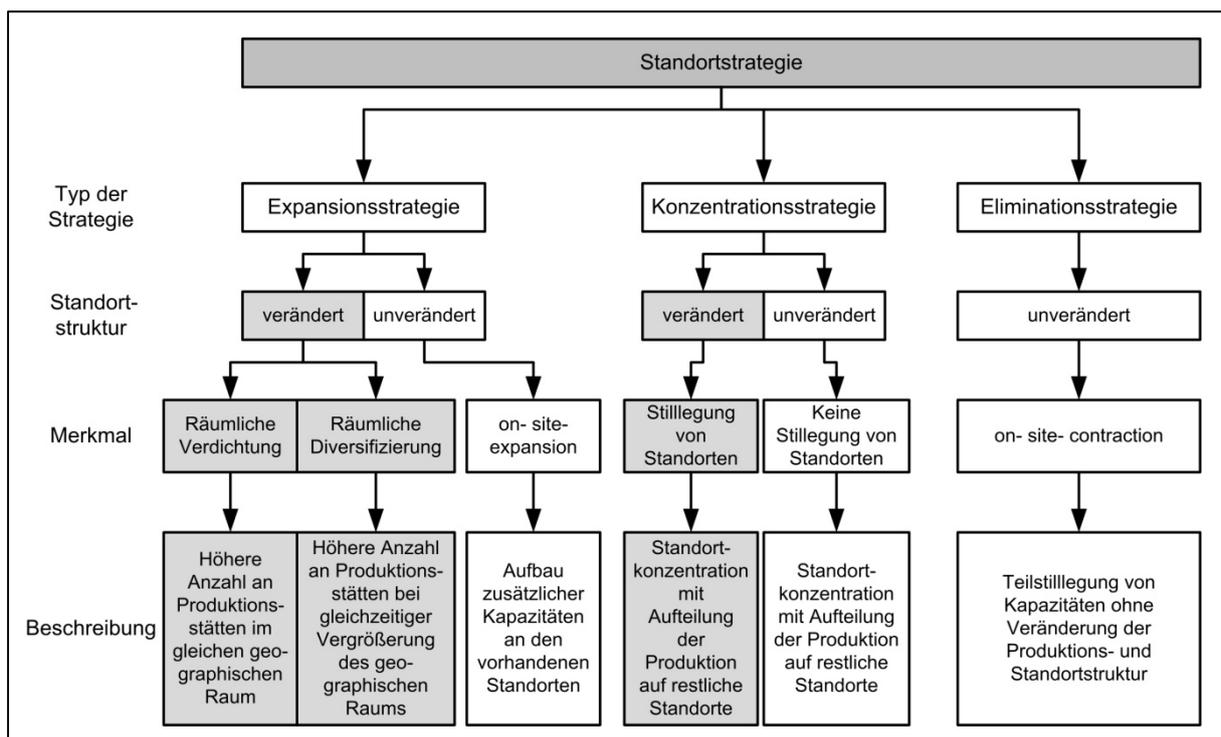


Abbildung 29: Typen von Standortstrategien²⁸⁸

Ausprägung des Produktionsnetzwerks

Neben der Betrachtung von Kapazität und geographischer Lage eines Standortes, hat die Struktur des Produktionsnetzwerkes ebenfalls eine hohe Bedeutung innerhalb

²⁸⁷ Vgl. Zäpfel (2000), S.147

²⁸⁸ In Anlehnung an Corsten (2007), S.397 und Zäpfel (2000), S.147

der Standortstrategie. Die unterschiedlichen Typen von Standortstrategien, unter besonderer Berücksichtigung der Ausprägung des Produktionsnetzwerks werden in Abbildung 30 dargestellt.

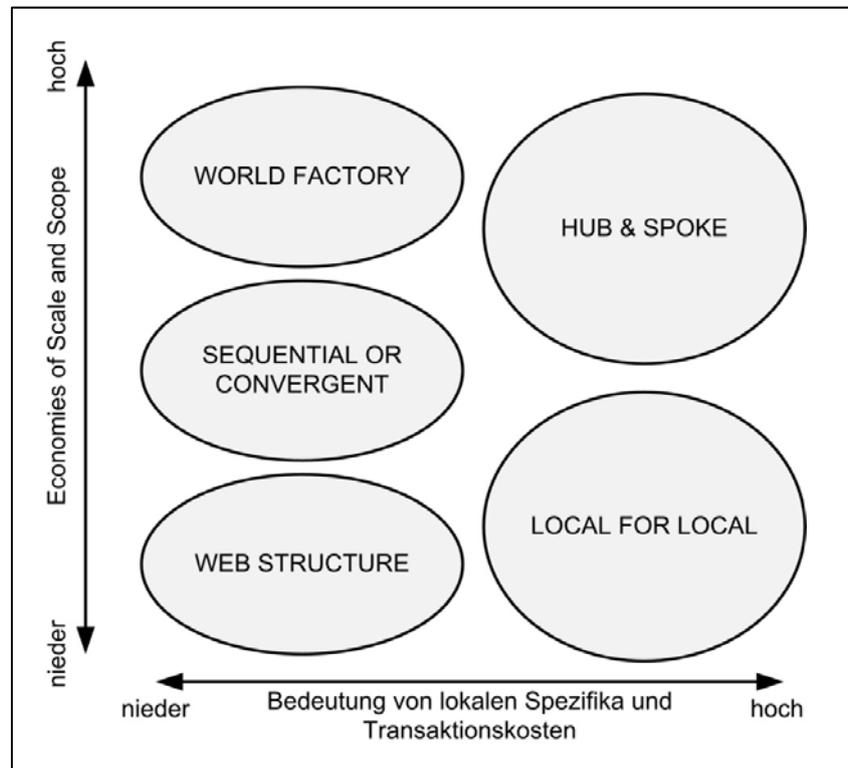


Abbildung 30: Ausprägungen von Produktionsnetzwerken²⁸⁹

Das Konzept **World Factory** bedient die weltweite Nachfrage von Produkten nur über eine Produktionsstätte. Hier können insbesondere die „Economies of Scale“ Effekte genutzt und eine hohe Auslastung der Anlagen erzielt werden. Einsatz findet diese Konzept insbesondere bei Produkten, die nur über geringe oder keine regionalen Unterschiede in den Spezifikationen verfügen (z.B. MP3-Player, Smartphone).²⁹⁰ Im Konzept **Local for Local** wird der Bedarf des globalen Marktes über Fabriken gedeckt, die nahe zum jeweiligen Absatzmarkt sind. Jede Fabrik hat somit ihren eigenen Absatzmarkt, den es zu versorgen gilt.²⁹¹ Dieses Konzept ist dann sinnvoll, wenn die Bedeutung von Lieferzeiten und Flexibilität sehr hoch sind, als auch die Absatzmärkte produktbezogene Spezifika aufweisen. Allerdings ist dieses Konzept in manchen Bereichen durch gut abgestimmte Supply Chains bereits

²⁸⁹ Meyer/Jacob (2008), S.164

²⁹⁰ Vgl. Ramsauer (2009), S.137

²⁹¹ Vgl. Ramsauer (2009), S.136f.

als teilweise obsolet anzusehen.²⁹² Im **Hub & Spoke** Ansatz wird der Ansatz der Local for Local mit dem der World Factory kombiniert.²⁹³ Komplexe Prozessschritte (Kernkompetenzen) werden in einigen wenigen Fabriken durchgeführt, während die restlichen, weniger komplexen Prozessschritte (z.B. Assemblierung) in Fabriken nahe dem Absatzmarkt durchgeführt werden.²⁹⁴ Das **Sequential or Convergent** Konzept wird in bestimmten Industriezweigen (z.B. Elektronikindustrie) eingesetzt, um die Vorteile der jeweiligen Produktionsstandorte bestmöglich zu nutzen. Jeder Produktionsschritt wird an einem anderen Standort durchgeführt.²⁹⁵ Der **Web Structure** Ansatz ist bei hoher vertikaler Integration die bevorzugte Variante. Dieses Konzept verfügt in der Regel über mehrere Center of Excellence, die bestimmte Teile und/oder Baugruppen produzieren.²⁹⁶

Wesentliche Fragen, die in der Gestaltung von Produktionsnetzwerken zu beantworten sind, lauten daher:²⁹⁷

- Was ist der optimale Produktionsumfang an einem Standort?
- Wo sind welche Elemente der Wertschöpfungskette zu lokalisieren?

4.2 Spezifische Aspekte des Energiemanagements

Die Energieaspekte werden in der vorliegenden Arbeit aus den Zieldimensionen von Energie- und Produktionsmanagement abgeleitet (siehe Abbildung 31). Mit den allgemein gehaltenen Aspekten ist es möglich, die wesentlichen strategischen Stellhebel zur Ausarbeitung eines produktionsrelevanten Energiekonzeptes abzubilden. Diese lauten Qualitative Energieaspekte, Kosten- und Effizienz Aspekte, Flexibilitätsaspekte und Ökologische Aspekte (siehe Abbildung 31).

Sicherheitsrisiken für die Allgemeinheit, die vor Ort Beschäftigten und die Umwelt lassen sich trotz sorgfältiger Planung und Errichtung von Anlagen sowie umsichtiger Betriebsführung nicht zur Gänze ausschließen. In einer industriellen Unternehmung sind Anlagen- und Arbeitssicherheit sowie Umweltschutz keine spezifischen Aufgaben des Energiemanagements. Diese Themen sind Teil der übergeordneten

²⁹² Vgl. Meyer/Jacob (2008), S.165

²⁹³ Vgl. Ramsauer (2009), S.137

²⁹⁴ Vgl. Meyer/Jacob (2008), S.166

²⁹⁵ Vgl. Meyer/Jacob (2008), S.166

²⁹⁶ Vgl. Ramsauer (2009), S.138f.

²⁹⁷ Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S:412

Unternehmensziele und sind daher stark in die allgemeine Sicherheitskultur einer Unternehmung eingebunden.²⁹⁸ Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Arbeit keine Sicherheitsaspekte (ausgenommen Versorgungssicherheit) in die Betrachtung aufgenommen.

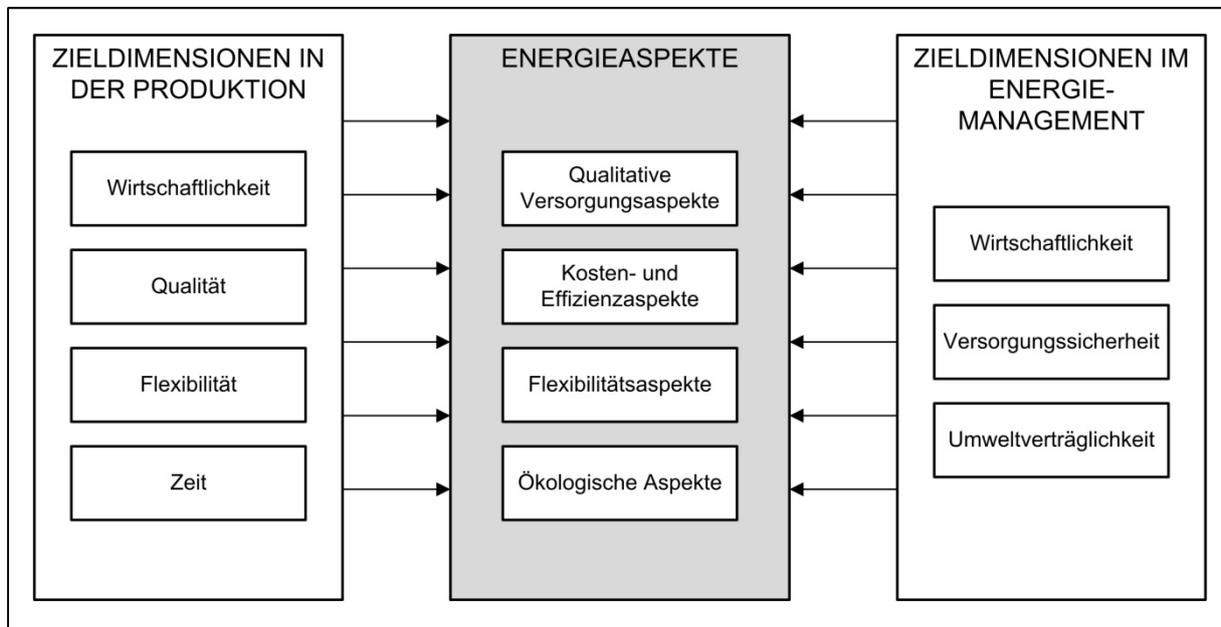


Abbildung 31: Ableitung produktionsrelevanter Energieaspekte

Nachfolgend soll auf die einzelnen Aspekte im Detail eingegangen werden.

Qualitative Versorgungsaspekte

Der Begriff Qualität kann allgemein als „*Übereinstimmung von Leistungen mit Ansprüchen*“²⁹⁹ definiert werden.

OFFNER³⁰⁰ differenziert in einer prozessorientierten Betrachtung des Energiemanagements zwischen Produkt- und Prozessqualität der Energieversorgung. In seiner Arbeit wird das Produkt (die Energieversorgung) allgemein definiert als „*Kombination an nutzenstiftenden Sach- und Dienstleistungen, um Kundenbedürfnisse zu erfüllen.*“ Um die Qualität der Energieversorgung zu beschreiben wird des Weiteren die Sicht der Industrieunternehmung als

²⁹⁸ Vgl. Waltenberger (2005), S.324

²⁹⁹ Gabler Wirtschaftslexikon (2004), S.2464

³⁰⁰ Offner (2001), S.89

Energienutzer herangezogen. Aus dieser Perspektive wird unterteilt in Sachleistungs- und Dienstleistungsanteil der Energieversorgung.³⁰¹

Unter Sachleistung ist in der vorliegenden Arbeit der vom EVU bereitgestellte oder der in einer explizit dafür vorgesehenen Energieumwandlungsanlage erzeugte Endenergieträger zu verstehen.

Diese Aussage besitzt Gültigkeit, sofern dieser nicht die charakterisierenden Eigenschaften einer Dienstleistung (Leistungsangebot und Produktionsergebnis immateriell) aufweist. Die Endenergieträger Gas und Öl wären als Sachleistung einzuordnen, elektrischer Strom hingegen als Sachleistung mit hohem Dienstleistungsanteil.³⁰²

Industrielle Energiedienstleistungen werden bei ALTENHOFER³⁰³ definiert als „Leistungen im Rahmen des Betrieblichen Energiemanagements [...] die einen hohen Dienstleistungsgrad aufweisen und/oder Leistungen, die [...] dazu führen, dass der Gesamtprozess der Energieversorgung von Industriebetrieben optimiert wird.“ Eine Einteilung der Industriellen Energiedienstleistungen nach dieser Definition kann in Abbildung 32 gefunden werden.

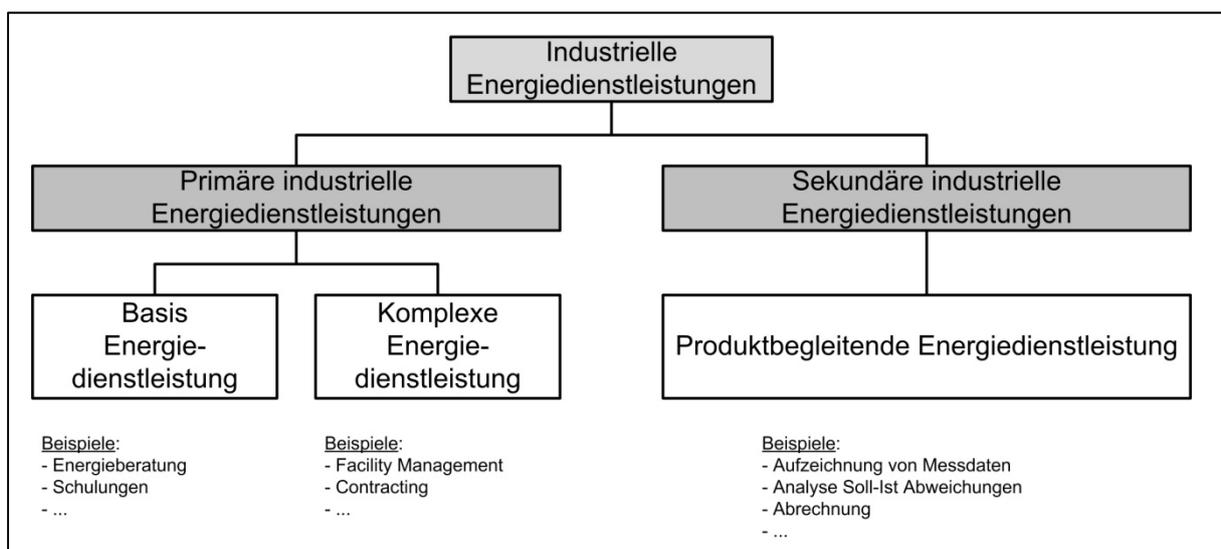


Abbildung 32: Industrielle Energiedienstleistungen³⁰⁴

Der Begriff der Qualität umgelegt auf Energiesachleistungen und –dienstleistungen, kann nun die nachfolgend beschriebenen Ausprägungen annehmen.

³⁰¹ Vgl. Offner (2001), S.88ff.

³⁰² Vgl. Offner (2001), S.92

³⁰³ Altenhofer (1997), S.77

³⁰⁴ Altenhofer (1997), S.84 übernommen in Offner (2001), S.106

Versorgungszuverlässigkeit³⁰⁵

- Unterbrechungsdauer (bei leitungsgebundenen Energieträgern)
- Unterbrechungshäufigkeit (bei leitungsgebundenen Energieträgern)

Qualität des Energieträgers

Elektrischer Strom:³⁰⁶

- Spannungshöhe
- Frequenz
- Kurvenform/Symmetrie

Primäre Brennstoffe:

- Heizwert
- Verunreinigungen (Schwefel etc.)

Ersatzbrennstoffe:

Als Ersatzbrennstoffe (EBS) werden nach der Novelle zur Abfallverbrennungsverordnung (AVV Novelle 2010) alle Abfälle bezeichnet, *„die zur Gänze oder in einem relevanten Ausmaß zum Zweck der Energiegewinnung eingesetzt werden [...] Ein relevantes Ausmaß zum Zweck der Energiegewinnung liegt vor, wenn eine selbstgängige Verbrennung ohne Zusatzfeuerung möglich ist. Klärschlämme und Papierfaserreststoffe, die verbrannt werden und die die Vorgaben gemäß Anlage 8 erfüllen, gelten im Sinne dieser Verordnung als feste Ersatzbrennstoffe.“*³⁰⁷ Anlage 8 beschreibt u.a. Vorgaben für Abfälle, die vorgesehen sind zur Verbrennung in Mitverbrennungsanlagen.³⁰⁸

In energieintensiven Industriezweigen wie der Eisen- und Stahlerzeugung oder auch der Baustoffindustrie (Zementindustrie) ist grundsätzlich der Einsatz von EBS möglich. Weiters können EBS im Bereich der Energieumwandlung, beispielsweise zur Staubfeuerung in Kraftwerken, eingesetzt werden. Primärbrennstoffe werden zunehmend durch EBS substituiert, um u.a. Brennstoffkosten und Emissionen von fossilem CO₂ zu reduzieren.³⁰⁹

³⁰⁵ Vgl. Offner (2001), S.100

³⁰⁶ Vgl. Offner (2001), S.98

³⁰⁷ Abfallverbrennungsverordnung (AVV-Novelle 2010)

³⁰⁸ Vgl. Lorber/Sarc/Pomberger (2010), S.328

³⁰⁹ Vgl. Beckmann et al. (2003), S.213ff.

Die Klassifikation von EBS ist auf die Leitparameter Heizwert, Chlor und Quecksilber aufgebaut. Der Heizwert gibt Auskunft über die technische und ökonomische Bedeutung, Chlor Auskunft über die verfahrenstechnische Einsetzbarkeit, aus dem Anteil an Quecksilber im Ersatzbrennstoff wird die ökologische Bedeutung abgeleitet.³¹⁰

Daraus abgeleitet können als Qualitätskriterium für EBS der Heizwert und die stoffliche Zusammensetzung (Chlor, Quecksilber) herangezogen werden.

Erweitert werden muss die Betrachtung des Qualitätsbegriffs um die mengenmäßig ausreichende Energieversorgung. Im Aspekt der quantitativen Energieversorgung geht es insbesondere um die Frage, ob die notwendigen Energiemengen um ein Produkt in der entsprechenden Qualität und Quantität zu erzeugen, am gewünschten Einsatzort verfügbar sind. Dies ist als Grundvoraussetzung für eine wirtschaftliche Produktion zu verstehen.

Während in hochentwickelten Industrieländern wie Österreich die Versorgungszuverlässigkeit, beispielsweise für elektrischen Strom im Jahr 2010 einen Wert von 99,99%³¹¹ erreichte, ist das Thema der qualitativen Energieversorgung speziell in Regionen mit weniger entwickelter Infrastruktur von hoher Bedeutung. Weiters sind die Anforderungen der Produktionsprozesse an die Versorgungszuverlässigkeit zu berücksichtigen. Insbesondere beim Einsatz von Hochtemperaturprozessen kann eine Unterbrechung der Energieversorgung neben dem Verlust durch Produktionsverzögerung bzw. -stillstand und den damit einhergehenden Konsequenzen (Down Time, Speed Loss, Quality Loss)³¹² zusätzlich zu starken Beschädigungen an den Produktionsanlagen führen (z.B. Ausfall der Anlagenkühlung).

Die Versorgungszuverlässigkeit hat damit hohe Bedeutung für die Produktionsanlagen, während in Industrien, in denen der Energieträger in direkte Interaktion mit dem Produkt tritt (Hochofenprozess, Klinkerbrennprozess etc.) zusätzlich die Qualität der Brennstoffe von hoher Bedeutung ist.

³¹⁰ Vgl. Flamme (2007), S.137

³¹¹ E-Control (2011); Zugriffsdatum 1.8.2012

³¹² Siehe OEE Six Big Losses, Zugriffsdatum: 1.8.2012

Kosten- und Effizienzaspekte

Energierrelevante Kosten ergeben sich aus der Summe von Energie-Bezugskosten und Nebenkosten³¹³, die zur Energiebewirtschaftung relevant sind. Damit wird von Kostenseite der gesamte Aufwand des betrieblichen Einsatzes von Energie erfasst. Die daraus abgeleiteten Kosten sind abhängig von der Energieintensität der Produktion, als auch von der Qualität der Energiebewirtschaftung.³¹⁴

Energiebezugskosten berücksichtigen typischerweise die extern zugeführten Energieträger (elektrischen Strom, Wärme sowie Primär- und Ersatzbrennstoffe) Energierrelevante Nebenkosten bestehen in der Praxis aus fünf Elementen, nämlich den Bezugskosten weiterer Energieträger und Medien, Abschreibungen, Personalkosten, Umweltaufwendungen sowie sonstigen Nebenkosten. Damit werden unter diesem Punkt die energierelevanten Kosten zusammengefasst, welche nicht bereits unter Energie-Bezugskosten Berücksichtigung fanden (siehe Tabelle 5).³¹⁵

Als Haupteinflussfaktoren auf den Energiebedarf und die daraus entstehenden Kosten in der Industrie sind folgende Punkte anzusehen.³¹⁶

- Die konjunkturelle Entwicklung, welche über die Produktmenge den Energiebedarf beeinflusst.
- Die Struktur der Produktionsprogramme als Ausdruck qualitativer Veränderungen.
- Die Struktur der Produktionsanlagen, die unter Berücksichtigung der eingesetzten technischen Produktionsverfahren, Einfluss auf die Energieintensität haben.
- Die Auswirkungen von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz.
- Die rationelle Energienutzung, welche den Energiebedarf nach Menge und Leistungseinsatz reduzieren kann.
- Das Vorhandensein von Eigenanlagen zur Energieumwandlung, die Einfluss auf Höhe und Struktur der bezogenen Energie haben.
- Die klimatische Situation am jeweils betrachteten Standort.

³¹⁴ Vgl. Fünfgeld (2006), S.104

³¹⁵ Vgl. Fünfgeld (2006), S.107f.

³¹⁶ Vgl. Waltenberger (2005), S.13 und Wohinz/Moor (1989), S.8

Energierrelevante Kosten	Energiebezugskosten	Elektrischer Strom
		Wärme
		Brennstoffe
	Kosten weiterer Energieträger und Medien	Wasser
		Technische Gase
		Druckluft
		...
	Abschreibungen	Umwandlungsanlagen
		Verteilungsanlagen
	Personalkosten	Betrieb der Energieanlagen
		Wartung und Instandhaltung der Energieanlagen
		Energiebewirtschaftung
		Energiecontrolling
	Umweltaufwendungen	Emissionsabgaben
		Reinigungsmaßnahmen
	Sonstige Nebenkosten	Externe Dienstleistungen
Gebäudeabschreibungen		
Versicherungen		
...		

Tabelle 5: Zusammensetzung energierelevanter Kosten nach FÜNFELD³¹⁷

Die rationelle Nutzung von Energie hat damit großen Einfluss auf die Kosten die durch Energiebeschaffung, -umwandlung, -verteilung, -verwendung und -abgabe verursacht werden. Daher sind die Themen Energiekosten und Energieeffizienz in einem Themenkomplex zusammengefasst.

Unter Energieeffizienz ist nach ÖNORM EN 16001 das „*Verhältnis zwischen dem Ergebnis der [...] Waren oder Dienstleistungen einer Organisation und der eingesetzten Energie zu verstehen.*“³¹⁸

Die laufende Weiterentwicklung von energieeffizienten Technologien und Prozessen tragen dazu bei, den Energieverbrauch von Betriebsmitteln zu verringern, die Versorgungssicherheit zu erhöhen, Infrastruktur und Logistik effizienter zu gestalten, sowie Verbesserungen im Bereich Produktionsprozesse zu ermöglichen. Steigende Emissions- und Energiekosten werden die Produktion in Zukunft verteuern. Deshalb werden sich im Bereich der Energiebeschaffung grundsätzliche Überlegungen, wie

³¹⁷ Fünfgeld (1998) in Fünfgeld (2006), S.108

³¹⁸ ÖNORM EN 16001 (2009), S.7

die Abhängigkeit (und damit das Risiko) von externen Energieversorgern verringert werden kann, zu einem strategisch wichtigen Thema entwickeln. Der Einsatz von erneuerbaren Energien in Verbindung mit dezentraler Energieversorgung kann zu vollkommen neuen Fabrikkonzepten, wie der „Energieautonomen Fabrik“, führen. In dieser wird genau so viel Energie erzeugt, wie auch tatsächlich verbraucht wird.³¹⁹

Die Verbesserung der betrieblichen Energieeffizienz kann in der Erreichung mehrerer Ziele unterstützend wirken. So ermöglicht ein reduzierter Energieverbrauch auf Beschaffungsseite eine Verbesserung der Kostensituation und gleichzeitig werden auf der Abgabeseite die durch den Energieeinsatz verursachten Umweltbelastungen reduziert. Oftmals geht durch den Einsatz energieeffizienterer Technologien eine Steigerung der Versorgungssicherheit einher.³²⁰

Energieeffizienz ist, entsprechend der gewählten Definition, vorrangig eine technische Herausforderung. Auch wenn der Energieeinsatz durch Produktionsmitarbeiter einen Einfluss hat, so bestimmt doch die eingesetzte Technologie das Grundniveau des Energieverbrauchs und damit der Energieeffizienz.

Bei der Betrachtung von technologischen Potentialen zur Verbesserung der Energieeffizienz kann in Anlehnung an SCHMID et al.³²¹ unterschieden werden in

- Theoretisches Potential
- Technisches Potential
- Wirtschaftliches Potential und
- Best Practice Potential.

Das **theoretische Potential** bezieht sich auf die Erzeugung einer Energiedienstleistung, technologisch nur durch die Grenzen der Thermodynamik beschränkt. Hierzu können u.a. Überlegungen zu Substitution von Prozessen, oder auch Wärmerückgewinnung berücksichtigt werden. Das **technische Potential** beschreibt die erzielbare Energieeinsparung bei Einsatz der zum Zeitpunkt der Betrachtung effizientesten kommerziell verfügbaren Technologie. Das **wirtschaftliche Potential** bezieht bei Ersatz-, Erweiterungs- oder Neuinvestitionen zusätzlich die Kosteneffektivität der energieeffizientesten Technologien bei

³¹⁹ Vgl. Schönsleben/Bunse/Vodicka (2009); Zugriffsdatum 21.8.2010

³²⁰ Vgl. Posch (2011), S.200

³²¹ Vgl. Schmid et al. (2003), S.6f.

gegebenen Marktpreisen mit ein. In dieser Betrachtung berücksichtigt sind, sofern notwendig, auch organisatorische Maßnahmen. Beim **Best Practice Potential** werden zusätzlich Hemmnisse (des Mikro- und Makroumfeldes) und Marktunvollkommenheiten berücksichtigt.³²²

Wesentliche Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz sind beispielhaft

- im Einsatz von energieeffizienten Technologien bzw. Anlagen,
- in der Energierückgewinnung,
- in der Nutzung von Abfallwärme oder auch
- in der energetischen Optimierung bestehender Produktionsprozesse

zu sehen.³²³

NOSKO³²⁴ beschreibt dazu drei grundsätzliche Varianten zur produktionstheoretischen Ableitung von Energieeffizienzmaßnahmen (siehe Abbildung 33). Diese unterscheiden sich durch das Ausmaß der Steigerung anderer Produktionsfaktoren zur Kompensation des reduzierten Energieeinsatzes. In der Strategie **Good Housekeeping** wird das Ziel verfolgt, die gleiche Energiedienstleistung bei reduziertem Energieeinsatz zu erbringen ohne Mehreinsatz eines anderen Produktionsfaktors. Diese Strategie setzt einen unwirtschaftlichen und verschwenderischen Umgang mit Energie zum Zeitpunkt der Maßnahmensetzung voraus. Maßnahmen im Rahmen dieser Strategievariante sind kurzfristiger Natur. Bei **Einsatz/Verbesserung bestehender Technologien** kommen Maßnahmen zum Einsatz, welche eine Substitution von Energie durch einen anderen Produktionsfaktor bedingen. Hierbei handelt es sich allerdings nur um eine teilweise Substituierbarkeit. Zu dieser Variante sind Verbesserungen an bestehenden Anlagen, Prozessen oder Produkten zu zählen. Im Falle der **Technologieinnovation** verschiebt sich durch den Einsatz energieeffizienterer Anlagen, Prozesse oder Produkte die gesamte Produktionsfunktion zu einem günstigeren Einsatz des Produktionsfaktors Energie.

³²² Vgl. Schmid et al. (2003), S.6f.

³²³ Vgl. Bunse et al. (2011), S.670

³²⁴ Vgl. Nosko (1986), S.82ff.

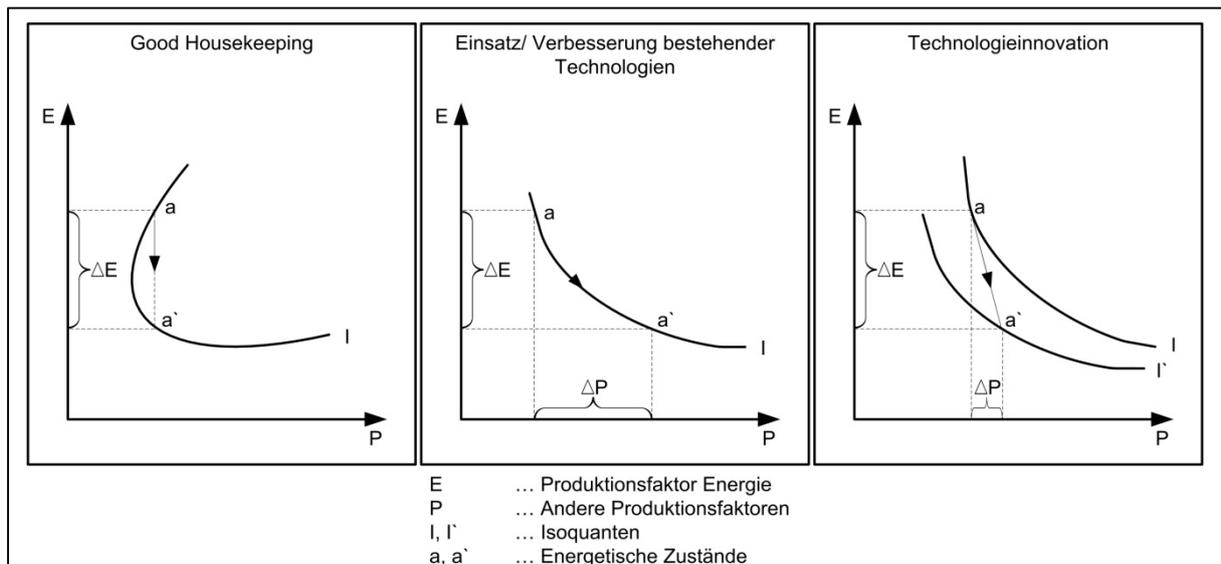


Abbildung 33: Produktionstheoretische Varianten zur Steigerung der Energieeffizienz³²⁵

Eine vierte Variante betrifft den energieintensitätsreduzierenden Eingriff ins Produktdesign.³²⁶ Auch hier handelt es sich um eine Substitutionsmaßnahme. Ein Eingriff ins Produktdesign wird aufgrund der weitreichenden verfahrenstechnischen Konsequenzen vornehmlich durch Marketing oder produktionstechnische Überlegungen induziert.³²⁷

Flexibilitätsaspekte

Energie als limitierter Inputfaktor in den Wertschöpfungsprozess ist eine Ressource, für die es gilt, den Einsatz möglichst effektiv zu planen und den tatsächlichen Einsatz möglichst effizient zu gestalten. Flexibilität, bezogen auf eine Ressource im Wertschöpfungsprozess, kann, im strategischen Kontext betrachtet, folgende Ausprägungen annehmen:³²⁸

- Die Spannbreite alternativer Verwendungen einer Ressource in der Produktion sowie weiteren Aktivitäten in der Wertschöpfungskette.
- Die Kosten und Schwierigkeiten, um von einem spezifischen Einsatz einer Ressource auf einen alternativen Einsatz zu wechseln.
- Der Zeitbedarf, der für die Umstellung erforderlich ist.

³²⁵ In Anlehnung an Nosko (1986), S.83ff. und Posch (2011), S.201

³²⁶ Vgl. Jacques (1988), S.29f. in Posch (2011), S.202

³²⁷ Vgl. Posch (2011), S.202

³²⁸ Sanchez (1997), S.71f. in Friedli (2006), S.133

Bezogen auf die strategische Flexibilität einer Organisation bedeutet dies die Limitierung derselben durch die unflexibelste Ressource, die zur Ausführung einer Aktivität notwendig ist. Flexibilität entsteht nicht durch den unkoordinierten Einsatz von flexiblen Ressourcen, sondern erst durch ein abgestimmtes Zusammenspiel der notwendigen Ressourcen.³²⁹

Umgelegt auf den Einsatz von Energie kann Flexibilität als

- die Fähigkeit zur Reaktion auf Störungen und Ineffizienzen im betrieblichen Energiefluss,
- die Fähigkeit zur Anpassung an eine gesteigerte Umfelddynamik und Diskontinuitäten im Energieumfeld sowie
- die Fähigkeit zur intra- und interorganisationalen Koordination der notwendigen Aktivitäten

verstanden werden.³³⁰

Ökologische Aspekte

Neben dem gewünschten Output, dem zu erzeugenden Gut, entstehen unvermeidlich Abfälle in unterschiedlichsten Formen. Neben den materiellen Abfällen erzeugt die Produktion, als Energiesystem betrachtet ebenfalls unerwünschten Output in Form von Wärme, CO₂ oder anderen Emissionen. Diese führen zur Belastung der natürlichen Umwelt.

Zur Verringerung dieser Umweltbelastung bieten sich, unter Berücksichtigung der Gegebenheiten des betrieblichen Energiesystems nach HOPFENBECK³³¹, vier Prinzipien an. **Vermeidung** zur Verhinderung der belastenden Umweltauswirkungen des industriebetrieblichen Wirtschaftens. Umgesetzt werden kann dieser Ansatz nur über den Verzicht, was daher in der Praxis selten anzutreffen ist. **Verminderung** zur Reduzierung der belastenden Umweltauswirkungen des industriebetrieblichen Wirtschaftens. Dieser Ansatz führt wiederum zu Energieeffizienzmaßnahmen, realisiert durch einen rationelleren Einsatz des energetischen Inputs bzw. die Substitution bestimmter Energieträger oder Produktionsverfahren. **Verwertung** bedeutet die Rückführung der Outputs in Inputs solange eine technische, ökonomische und ökologische Sinnhaftigkeit besteht. Dabei werden Emissionen oder

³²⁹ Vgl. Friedli (2006), S.133

³³⁰ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.209

³³¹ Vgl. Hopfenbeck (1990), S.73f.

Müll als Material wieder- bzw. weiterverwendet. **Beseitigung** ist notwendig zur Entsorgung der unvermeidbaren Restemissionen, realisierbar durch Deponierung oder auch Verbrennung.

Neben den Gefahren und Mehraufwänden durch die Berücksichtigung ökologischer Aspekte in der Festlegung der Unternehmungsziele bieten sich für proaktiv agierende Unternehmungen auch eine große Zahl an Möglichkeiten und Chancen (z.B. EMAS Zertifizierung).

Unter den entsprechenden Regulativen und politischen Anreizsystemen kann sich eine proaktive Strategie auch positiv auf den wirtschaftlichen Erfolg einer Unternehmung auswirken.³³² Für energieintensive Industriezweige in Österreich und Deutschland wurde es mittlerweile zur grundlegenden Überlebensfrage (z.B. CO₂ Zertifikate).³³³

4.3 Grundtypen von Unternehmungen

Eine Produktionsstrategie bildet auf der höchsten Stufe der Entwicklung Wettbewerbsvorteile unter Berücksichtigung der Produktionsfähigkeit der Unternehmung ab. In einer Situation, in welcher Energie und Umwelt niedrige Prioritäten besitzen, gibt es keine oder nur geringe Notwendigkeit, diese Themen in die Produktionsstrategie einfließen zu lassen. Externe Anstöße werden nur sehr geringe Einwirkung auf die Veränderung dieser Situation haben. Bei der Identifizierung dieser Themen als zentrale Elemente der Wettbewerbsfähigkeit wird hingegen eine Produktionsstrategie entsprechend zu modifizieren bzw. neu auszuarbeiten sein.³³⁴

Entsprechend dieser beschriebenen Umstände haben WINSEMIUS/GUNTRAM die Reaktionen von Unternehmungen auf Energie- und Umweltproblematiken in vier Kategorien eingeteilt. Es wird unterschieden in reaktive, rezeptive, konstruktive und proaktive Verhaltensweisen. In einem **reaktiven Verhalten** werden Umweltregulierungen eher zögerlich und zurückhaltend angenommen und als stark einschränkend empfunden. Die Bemühungen beschränken sich in diesem Fall auf die Einhaltung der vorgegebenen Richtlinien durch „End of Pipe“ Lösungen (siehe Beseitigungsstrategie). Im Falle eines **rezeptiven Verhaltens** verfügen

³³² Vgl. Clarkson et al. (2011), S.122ff.

³³³ Vgl. Kröher/Student (2011)

³³⁴ Vgl. Johansson/Winroth (2010), S.891

Unternehmungen bereits über Erfahrung im Umgang mit energie- und umweltbedingten Auflagen. In dieser Stufe werden bereits stärkere Eingriffe in Prozesse, hin zu einer besseren Energie- und Umweltverträglichkeit, vorgenommen. Allerdings dominieren noch immer technische Veränderungsansätze. Regulative Veränderungen wird nach wie vor als Empfänger gegenübergestellt, ohne Mitgestaltung. Während in der ersten Entwicklungsstufe auf die Vermeidung von Zusatzkosten durch Strafen geachtet wird, werden bei rezeptivem Verhalten Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen berücksichtigt. In einer **konstruktiven Haltung** ist die Unternehmung bestrebt, mit Zulieferern, Konkurrenten und Kunden Kooperationen einzugehen, um dem gestiegenen Verständnis für Energie und Umwelt Genüge zu tun. Das gestiegene Energie- und Umweltbewusstsein spiegelt sich im strategischen Denken wider. Im **proaktiven Verhaltensstadium** erfolgt eine Einbettung in die normative Ebene der Unternehmung. Das Bewusstsein für Energie und Umwelt wird internalisiert und zur Kernkompetenz entwickelt.³³⁵ Auf die Entwicklungsstufen der Produktionsstrategie sowie des Energie- und Umweltbewusstseins aufbauend, können vier Grundtypen von Unternehmungen im Umgang mit dieser Thematik abgeleitet werden. Diese sind in Abbildung 34 dargestellt.

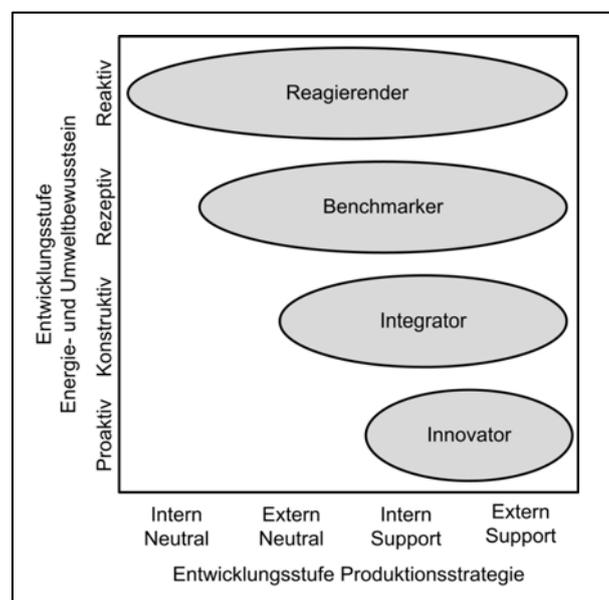


Abbildung 34: Grundtypen von Unternehmungen in Abhängigkeit von Produktionsstrategie sowie Energie- und Umweltbewusstsein³³⁶

³³⁵ Vgl. Winsemius/Guntram (2002), S.11ff.

³³⁶ In Anlehnung an Newman/Hanna (1996), S.82

Des Weiteren soll an dieser Stelle angeführt werden, welche Hemmnisse sich bei der Entwicklung des Energie- und Umweltbewusstseins ergeben und damit der Durchführung von Energieeffizienzprojekten bzw. der Erfassung der energetischen Situation einer Unternehmung im Wege stehen. Diese sind u.a.:³³⁷

- Mangelndes Problembewusstsein aus ökonomischer Sicht.
- Umweltschutz und effizienter Einsatz von Energie sind zu wenig in die Kultur und Ziele der Unternehmung integriert.
- Energieverbrauch sowie Energieverlust und -verschwendung sind in der Regel nicht sichtbar.
- Die energierelevanten Kosten sind relativ gesehen (z.B. bezogen auf den Umsatz) sehr gering.
- Es besteht eine geringe Veränderungsbereitschaft bei funktionierenden komplexen technischen Systemen.
- Mangelnde Verknüpfung zwischen technischen und ökonomischen Überlegungen.
- Energie wird mehr als Hilfsmittel denn als Produktionsfaktor gesehen.
- Energiepreise waren bzw. sind in manchen Regionen der Erde auf Grund der Verbindung von monopolartigen Strukturen mit öffentlicher Preis- und Kartellaufsicht nur schwer verhandelbar.
- Energie ist an hochentwickelten Industriestandorten wie Österreich oder Deutschland in beliebiger Form mit hoher Qualität verfügbar.
- Der Aufwand zur Erfassung der betriebseigenen Energiestruktur ist sehr hoch.
- Ein gesamthafte Verständnis für Energie als Wirtschafts- als auch Technologiefaktor ist oftmals nicht gegeben.
- Industrielle Energiesysteme sind häufig historisch gewachsen.
- Durch die Fokussierung auf Kernkompetenzen fehlen in vielen Unternehmungen personelle Fähigkeiten und Kapazitäten zur Wahrnehmung energiewirtschaftlicher Aufgaben.

4.4 Zusammenfassung

Die in diesem Teil der Arbeit auf der Grundlage von Literaturrecherche beschriebenen Rahmenbedingungen betreffen einerseits die Grundelemente der Produktionsstrategie und andererseits die relevanten betrieblichen Energieaspekte.

³³⁷ Vgl. Fünfgeld (2006), S.144f.

Es wurde gezeigt, dass die Produktionsstrategie mit der Determinierung von Produktstrategie, Prozessstrategie, Anlagenstrategie sowie Standortstrategie hinreichend beschrieben werden kann. Auf Seiten der Energieaspekte konnten die nachfolgend aufgezählten Elemente abgeleitet werden, welche die Grundlage für die strategische Konzeptentwicklung darstellen. Diese waren Qualitätsaspekte, Kosten- und Effizienzaspekte, Flexibilitätsaspekte und Ökologische Aspekte. Auf dieser Basis kann, wie in Abbildung 35 dargestellt, eine Verknüpfung der beiden Sichtweisen erfolgen, die im Wesentlichen ihre Abstimmung in einem kombinierten Zielsystem findet. In nachfolgenden Kapitel 5 wird daher ein mehrstufiges Vorgehen diskutiert, welches die strategische Konzeptentwicklung auf Basis der Strukturierung einer Produktionsstrategie ermöglichen soll. Die Grundtypen von Unternehmungen, abhängig von Energie- und Umweltbewusstsein sowie der Entwicklungsstufe der Produktionsstrategie bilden die Basis zur Entscheidung, ob eine Anwendung des im nächsten Abschnitt vorgestellten Modells einen Mehrwert generieren kann.

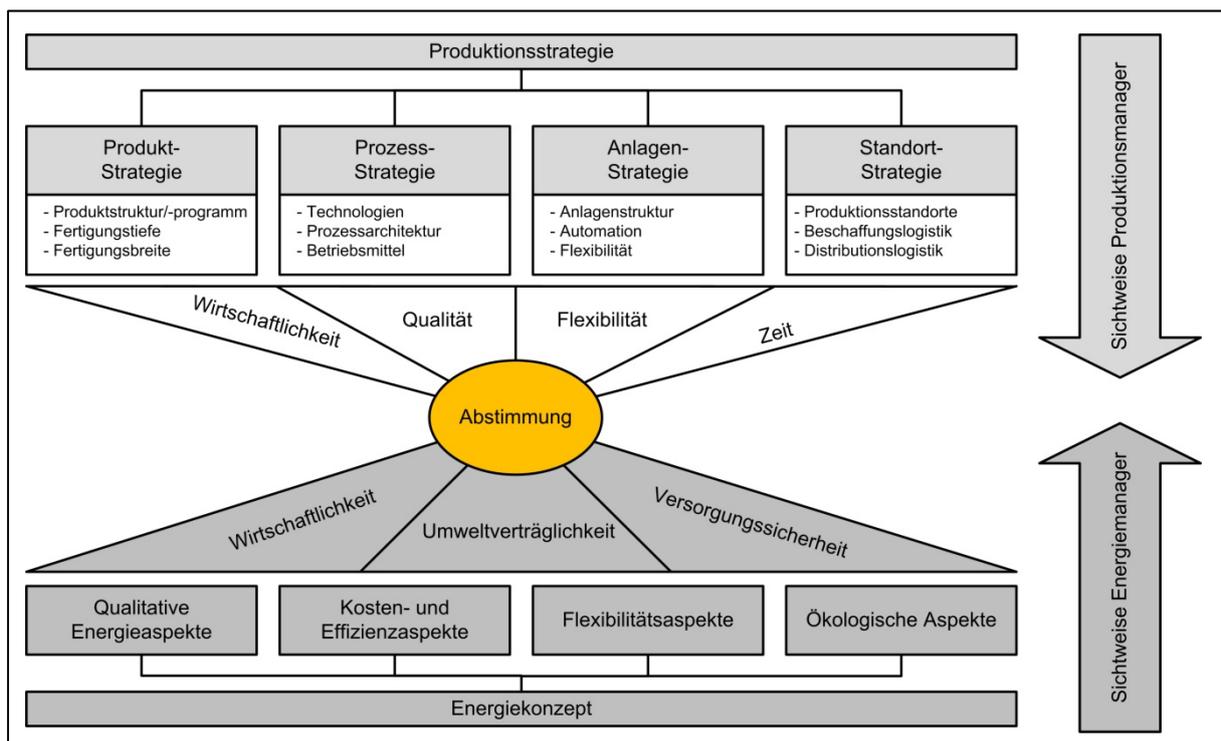


Abbildung 35: Verknüpfung von Produktionsstrategie und Energiekonzept

5 Vorgehensmodell zur Integration von Energieaspekten in die Produktionsstrategie

Das nachfolgende Modellkapitel stellt den originären Anteil der Arbeit dar. Zunächst erfolgt eine theoretische Einordnung des erarbeiteten Modells anhand des Konzepts Integriertes Management nach BLEICHER³³⁸. Danach erfolgt eine Kurzbeschreibung aller Modellschritte, die sich maßgeblich aus dem Strategieentwicklungsprozess nach WOHINZ³³⁹ ableiten. Im Detail diskutiert werden darauf aufbauend die Schritte Null bis Fünf des Modells, auf welche auch der Fokus im Rahmen dieser Arbeit gelegt wird.

5.1 Zur theoretischen Einordnung des Modells

Das normative und strategische Management finden ihre Umsetzung auf operativer Ebene, welche in der ökonomischen Komponente auf leistungs-, finanz- und informationswirtschaftliche Prozesse ausgerichtet ist. Neben dem Faktor der wirtschaftlichen Effizienz tritt in der operativen Dimension die Effektivität des Mitarbeiterverhaltens im sozialen Zusammenhang in den Vordergrund.³⁴⁰ Das operative Management hat den effektiven und effizienten Vollzug der normativen Missionen und strategischen Programme zur Aufgabe. Ihr Gegenstand ist die auftragsgebundene Lenkung, Gestaltung und Entwicklung von Prozessen und deren Veränderung durch Projekte.³⁴¹ Weiters erlaubt die systemtheoretische Ausrichtung des beschriebenen Managementkonzepts die Übertragung des generellen Managementansatzes auf einzelne Subsysteme, wie z.B. Unternehmungstypen, -bereiche oder -funktionen und damit auch auf die Produktionsunternehmung und einzelne Teile davon.³⁴²

³³⁸ Siehe Bleicher (1999), S.77ff.

³³⁹ Siehe Wohinz (2003), S.74

³⁴⁰ Vgl. Bleicher (1999), S.76

³⁴¹ Vgl. Bleicher (1999), S.448

³⁴² Vgl. Bleicher et al. (1999), S.5-33

Im Rahmen des Modells werden Fragen und Aufgaben zur Strategieformulierung, sowie, in gewissen Teilaspekten, der operativen Umsetzung geklärt.

Die praxisrelevante Positionierung des Vorgehensmodells zur Konzeptplanung des strategischen Produktions-Energie-Management findet mit Hilfe der DIN EN ISO 50001 statt, welche einen entsprechenden konzeptionellen Rahmen zur Anwendung des ausgearbeiteten Modells liefert (siehe Abbildung 36).

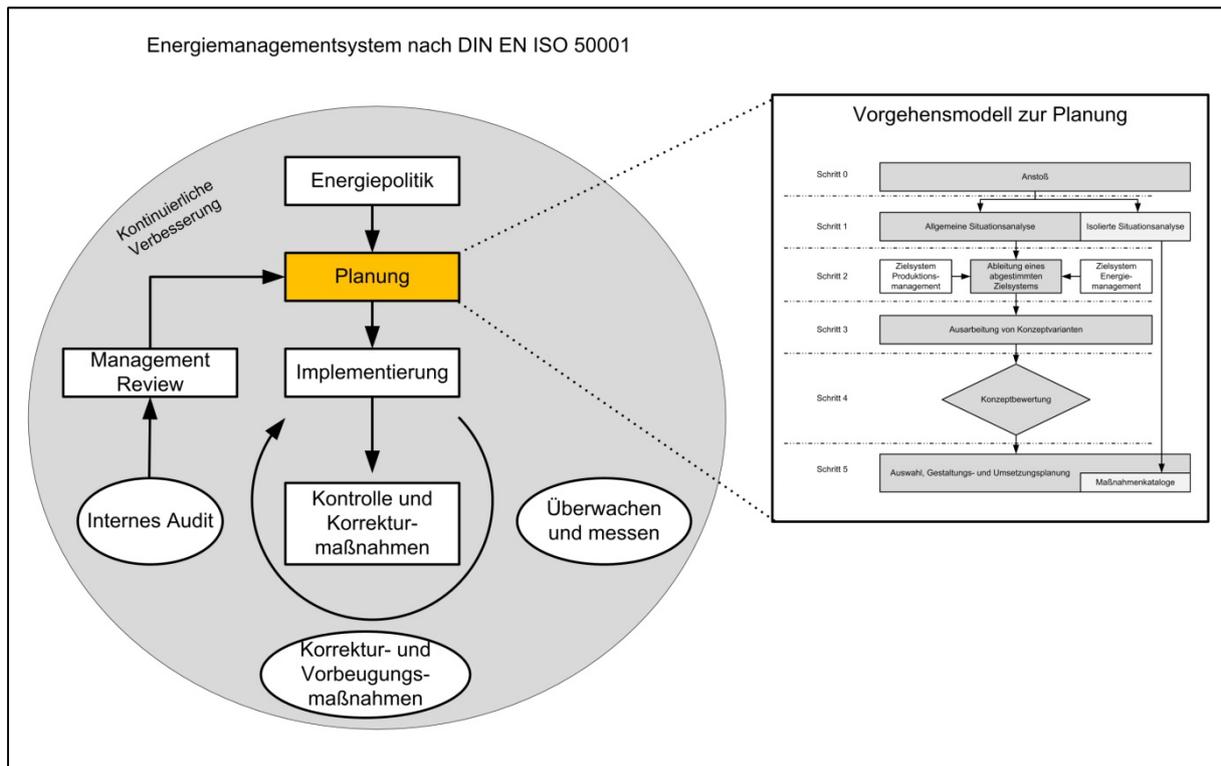


Abbildung 36: Einordnung des Vorgehensmodells ins Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001

5.2 Spezifische Inhalte des Vorgehens

Die Bedeutung der Verknüpfung von Energiemanagement und anderen betrieblichen Aspekten lässt sich anhand unterschiedlicher Beispiele aus der Literatur ableiten.³⁴³

- Zusammenhang zwischen Wartungsqualität von Maschinen und Energieverbrauch³⁴⁴
- Zusammenhang zwischen Energiemanagement und Risikomanagement³⁴⁵

³⁴³ Vgl. Rohde/Hirzel/Sontag (2011), S.12

³⁴⁴ Siehe Al-Ghanim (2003)

³⁴⁵ Siehe Naumoff/Shiple (2007)

- Notwendigkeit eines ganzheitlichen Managementansatzes zur Darstellung einer nachhaltigen Produktion³⁴⁶

Um die Verknüpfung von Energiemanagement und Produktionsstrategie zu ermöglichen, wird im vorliegenden Modell auf einen präskriptiven Strategieentwicklungsprozess aufgebaut.

Ein präskriptiver Strategieentwicklungsansatz unterscheidet sich von einem deskriptiven durch die Annahme, eine Strategie könne mit Hilfe konkreter Gestaltungsempfehlungen geplant werden. Des Weiteren bietet der präskriptive Ansatz eine systematische Abfolge von Teilschritten zur Durchführung des Strategieentwicklungsprozesses.³⁴⁷ Das gewählte Modell wird, entsprechend der Rahmenbedingungen, wie in Kapitel 4 erläutert, angepasst.

Abbildung 37 gibt den Überblick über die einzelnen Schritte des Vorgehens. Das dargestellte Modell verfügt in dieser Ausprägung über insgesamt sechs Schritte, welche nachfolgend erklärt werden.

Im Schritt 0 wird der **Anstoß** zur Durchführung des Prozesses gegeben. Dieser Modell-Anstoß kann anlassbezogen oder periodisch im Rahmen der Strategieevaluierung ausgelöst werden.³⁴⁸ Weiters wird der zu erwartende Mehrwert in Abhängigkeit der Grundtypen von Unternehmungen (siehe Kapitel 4.3) diskutiert.

Im darauf folgenden Modellschritt, der **Situationsanalyse** (siehe Kapitel 5.2.2), werden die Themenbereiche Produktion und Energie über die in Kapitel 4 beschriebenen Elemente verknüpft. Dies passiert unter Berücksichtigung der im Rahmen dieser Arbeit definierten Strategiefelder (siehe Kapitel 4.1), sowie einer grundsätzlichen Zuordnung der einzelnen Elemente zur Höhe der Energieintensität. Dazu wird ein Portfolio zur Erfassung der Energiesituation vorgestellt, welches, abhängig von der Situation, in unterschiedlichen Ausprägungsformen zum Einsatz kommen kann.

Die **Ableitung eines abgestimmten Zielsystems** stellt den dritten Modellschritt dar (siehe Kapitel 5.2.3). Zunächst wird darin eine grundsätzliche Diskussion von Wesen und Eigenschaften von Zielen durchgeführt. Danach wird der Vorschlag eines

³⁴⁶ Siehe Garetti/Taisch (2011)

³⁴⁷ Vgl. Dillerup (2007), S.1

³⁴⁸ Vgl. Stugger (2008), S.134

Zielsystems unter Verwendung eines Energiekennzahlenkatalogs vorgenommen. Diese beispielhaften Kennzahlen stellen die Grundlage für das darauf folgende Energiekennzahlensystem dar. Aus dieser Gattung von Kennzahlensystemen wird ein Ausgewähltes exemplarisch vorgestellt. In einer zweiten Funktion stellt das auf dieser Basis auszuarbeitende Zielsystem auch die Grundlage für die Bewertung der abgeleiteten Varianten in Schritt 4 dar.

Danach folgt der Schritt **Ausarbeitung von Konzeptvarianten**. Darin wird für jene Strategiefelder, in welchem ein Handlungsbedarf im Rahmen der Situationsanalyse festgestellt wurde, ein Rahmenwerk zur Orientierung geschaffen. Dies passiert mittels Festlegung der möglichen Merkmalsausprägungen auf Basis der Logik des Morphologischen Kastens. Zusätzlich sollen hier mögliche Konflikte bzw. Bedingungen innerhalb der Ausprägungen herausgearbeitet werden.

Der Modellschritt **Konzeptbewertung** ermöglicht darauf folgend die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung des in Modellschritt 2 festgelegten Zielsystems. Dazu wird auf eine nutzwertorientierte Methode zurückgegriffen.

Im Schritt 5 der Modellbildung, **Auswahl, Gestaltungs- und Umsetzungsplanung** erfolgt auf Basis der Konzeptbewertung eine Umsetzungsentscheidung eines Konzepts bzw. eine detailliertere Untersuchung des bevorzugten Konzepts. Zusätzlich wird die Grundstruktur eines Maßnahmenkatalogs vorgestellt, welcher neben der inhaltlichen auch die notwendige Formalstruktur zur Operationalisierung eines strategischen Konzepts aufweist.

Abbildung 37 gibt die vorhin beschriebenen Punkte in einer Gesamtdarstellung wieder.

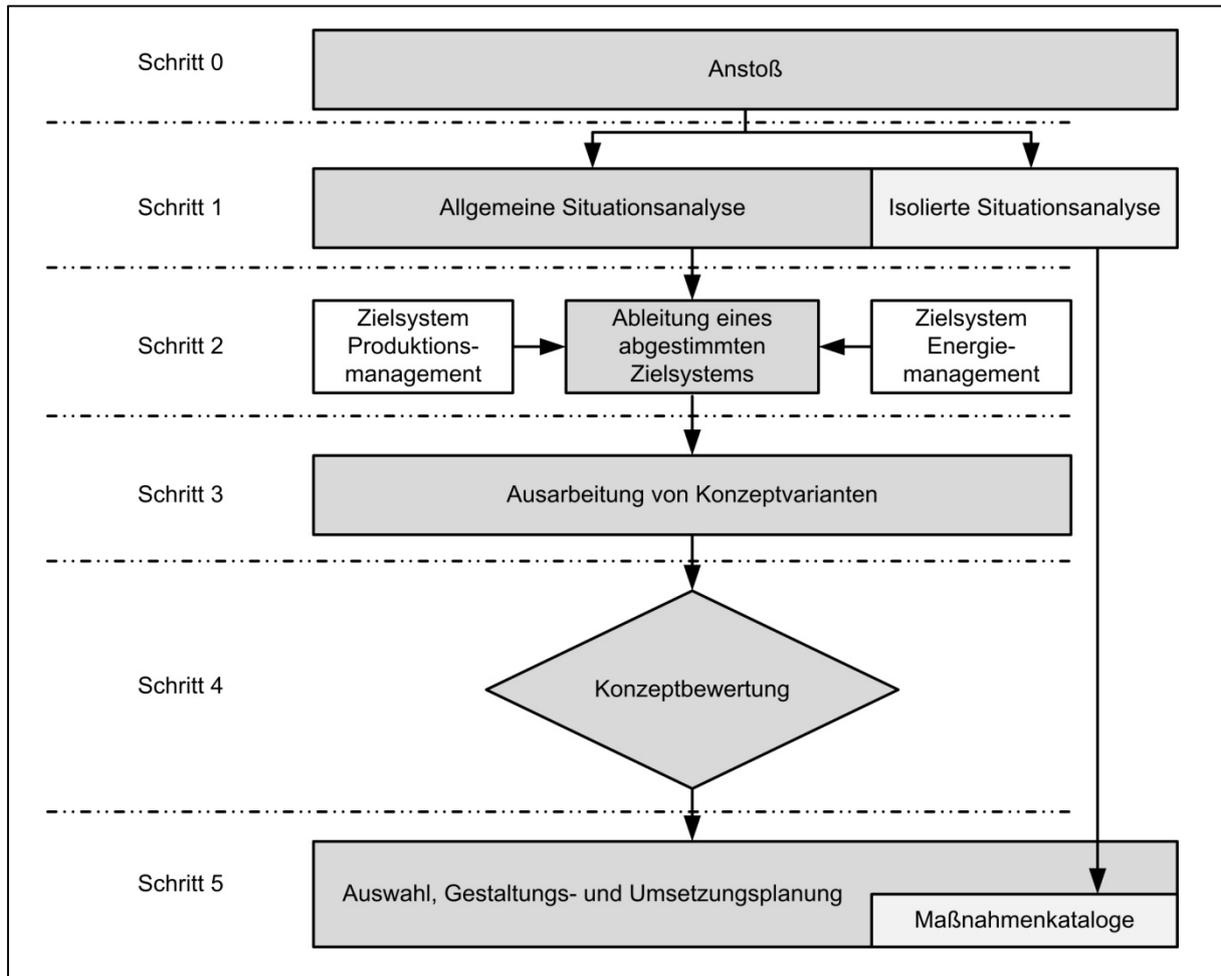


Abbildung 37: Vorgehensmodell zur Planung der energieorientierten Produktionsstrategie³⁴⁹

5.2.1 Anstoß (Modellschritt 0)

Wesentliches Element in diesem Modellschritt ist die Frage nach dem Anstoßgrund. Abhängig von der Situation der Unternehmung kann es unterschiedliche Auslöser für die Überarbeitung der Produktionsstrategie und damit für die Anwendung des Modells geben.

Der Anstoß kann periodisch, im Zuge einer Strategieüberwachung (z.B. strategisches Radar, Strategieworkshops etc.) oder anlassbezogen erfolgen.³⁵⁰

Beispielhaft seien hier einige Gründe für einen anlassbezogenen Anstoß angeführt:

³⁴⁹ In Anlehnung an Wohinz (2003), S.74; Hoffmann/Klien/Unger (1995), S.212

³⁵⁰ Vgl. Stugger (2008), S.134

INTERN:

- Veränderung der Standortstruktur
- Einsatz neuer Produktionstechnologien
- Einsatz neuer Energieträger bzw. Substitution bisher eingesetzter Energieträger
- Schlechte bzw. keine Verfügbarkeit produktionsrelevanter Energieträger an den Standorten

EXTERN:³⁵¹

- Veränderte Kundennachfrage
- Umweltauflagen bzw. veränderte gesetzliche Rahmenbedingungen
- Verhalten von Konkurrenten

Die Frage, ob ein Grund genug Bedeutung für den Anstoß eines Strategieentwicklungsprozesses besitzt, hängt in dieser Betrachtung sehr stark ab von der

- Entwicklungsstufe der Produktionsstrategie (siehe Abbildung 18) sowie
- dem Energie- und Umweltbewusstsein der Unternehmung (siehe Abbildung 34).

Im Falle des vorliegenden theoretischen Modells stellt sich die Frage, für welche Typen von Unternehmung, wie in Abbildung 37 dargestellt, eine Anwendung sinnvoll und überhaupt realisierbar ist und wo ein entsprechender Anstoß zur Durchführung herkommen muss bzw. kann. Diese Frage soll nachfolgend beantwortet werden.

Für den **Reagierenden** wird, entsprechend der Beschreibung dieser Entwicklungsstufe, der Anstoß von extern kommen. Da hier Aktionen hauptsächlich auf die Einhaltung externer Vorgaben abzielen, finden strategische Überlegungen kaum Einfluss in die gesetzten Maßnahmen. Selbst im Falle einer hochentwickelten Produktionsstrategie (Intern oder Extern unterstützend), die eine aktive Rolle in der Unternehmungsstrategie einnehmen kann, werden Energie- und Umweltthemen nur geringen Ausdruck finden. Aufgrund der starken operativen Orientierung der energiewirtschaftlichen Aktivitäten, wird eine Anwendung des vorliegenden Modells in diesem Falle keinen oder nur sehr geringen Mehrwert generieren. Vorstellbar ist

³⁵¹ Vgl. Johansson/Winroth (2010), S.893

der Mehrwert nur bei Durchführung der isolierten Situationsanalyse (siehe Abbildung 39).

Der **Benchmarker** benötigt ebenfalls einen maßgeblichen externen Anstoß, um seine Produktionsstrategie hinsichtlich Energie- und Umweltverträglichkeit zu überdenken. Dabei orientiert sich diese Grundtype an Mitbewerbern und branchenfremden Unternehmungen, welche ähnliche Produktionsprozesse aufweisen. Durch die starke externe Orientierung können die legislativ vorgeschriebenen Mindeststandards überboten werden, jedoch erfolgt in dieser Entwicklungsstufe in der Regel keine Integration der Energiemanagementziele über die Produktion hinaus.³⁵² Die Anwendung des vorliegenden Modells kann dem Benchmarker daher bei der Erreichung der nächsten Entwicklungsstufe (Integrator) helfen.

Auf Ebene des **Integrators** werden Energie- und Umweltziele über die Produktion hinaus mit anderen Bereichen (Marketing, Engineering etc.) abgestimmt. Die Unternehmung verfügt bereits über ein Mess- und Bewertungssystem, um die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben zu gewährleisten. Des Weiteren besteht ein ausgeprägtes Verständnis für die eigenen Fähigkeiten in diesem Bereich, sowie der Nutzung derselben zum Wettbewerbsvorteil.³⁵³ Da ein Integrator nur bedingt fähig ist, Branchenstandards zu setzen, kann ein Anstoß für eine neue Strategieentwicklung von intern oder extern kommen. Ein Mehrwert durch die Anwendung des in Kapitel 5 beschriebenen Modells kann insbesondere in der Etablierung dieser Entwicklungsstufe gesehen werden.

Energie- und Umweltmanagement sind für den **Innovator** als Kernkompetenz zu verstehen und haben große Einwirkung auf die Unternehmungsstrategie. Aus diesen Fähigkeiten heraus werden Branchenstandards gesetzt sowie an der Gestaltung von Energie- und Umweltrichtlinien (z.B. Dokumente zu „Best Available Technology“) mitgewirkt.³⁵⁴ Durch die Anwendung des vorliegenden Modells kann in diesem Fall kein oder nur sehr geringer Mehrwert für die Unternehmung gesehen werden. Dies kann damit begründet werden, dass die Energie- und Umweltorientierung bereits

³⁵² Vgl. Newman/Hanna (1996), S.83

³⁵³ Vgl. Newman/Hanna (1996), S.83

³⁵⁴ Vgl. Newman/Hanna (1996), S.83

zentraler Bestandteil der Unternehmungsstrategie ist und somit nicht mehr beschränkt auf einzelne Bereiche der Unternehmung wirkt.

Entsprechend der Charakterisierung der einzelnen Unternehmungstypen ist insbesondere für Benchmarker und Integrator ein Mehrwert in der Anwendung des theoretischen Modells zu erwarten. Ein zusammenfassender Überblick wird in Tabelle 6 illustriert.

Grundtype	Anstoß	Ausprägung	Mehrwert der Modell-anwendung	Anwendungs-verantwortung
REAGIERENDER	EXTERN Anlass	Einhaltung extern vorgegebener Auflagen	Nur bei Anwendung der Isolierten Situationsanalyse	Fachexperte bzw. Produktionsmitarbeiter
BENCHMARKER	EXTERN Anlass Periodisch	Entwicklung eines Verständnisses für energie- und umweltinduzierte Wettbewerbsvorteile	Unterstützung bei der Erreichung der nächsten Entwicklungsstufe	Bereichsleiter/ Unteres Management
INTEGRATOR	EXTERN/ INTERN Anlass Periodisch	Integration von Energie- und Umweltthemen in diverse Funktionalbereiche	Etablierung der Entwicklungsstufe in der Unternehmung	Produktionsleiter/ Mittleres Management
INNOVATOR	INTERN Periodisch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Setzen von Branchenstandards ▪ Externe Promotion der Energie- und Umweltbemühungen 	Keine	Geschäftsführung/ Top Management

Tabelle 6: Modellbezogene Charakterisierung der Grundtypen³⁵⁵

³⁵⁵ Vgl. Newman/Hanna (1996), S.81ff. und Winsemius/Guntram (2002), S.11ff.

5.2.2 Situationsanalyse (Modellschritt 1)

Nachdem im Modellschritt 0, dem Anstoß, die grundsätzlichen Anwender und mögliche Gründe zur Anwendung diskutiert wurden, wird im nachfolgenden Schritt die Ist-Situation der Produktionsstrategie, unter Berücksichtigung der maßgeblichen Einflussfaktoren von Produktions- als auch Energieseite, analysiert. Dazu erfolgt zunächst eine Unterteilung in Mikro- und Makroumfeld der Unternehmung. Die Überlegung zur Differenzierung fußt auf der Frage der aktiven Beeinflussbarkeit der einzelnen Faktoren. Das Mikroumfeld kann durch die Unternehmung aktiv beeinflusst werden, während das Makroumfeld durch eine weitaus komplexere und weitläufigere Struktur charakterisiert wird. Des Weiteren wird in diesem Modellschritt ein Tool diskutiert, welches aufbauend auf die Portfoliotechnik, die direkt beeinflussbaren Elemente des Mikroumfelds erfasst.

Ein klares Verständnis der Ausgangssituation der Unternehmung, des Produktionsstandortes oder auch der Geschäftseinheit ist als Grundlage für jede Art von strategischen Planungsaktivitäten zu sehen. Jene Strategien, welche zum Zeitpunkt der Analyse verfolgt werden und in denen Ziele und Rahmenbedingungen hinterlegt sind, bilden die Basis für die Ausformulierung einer neuen Strategie.³⁵⁶

Als Einflussfaktoren des Mikroumfelds lassen sich, entsprechend der festgelegten Rahmenbedingungen (siehe Kapitel 4) nachfolgende Elemente bezeichnen:

- Produktspezifische Einflussfaktoren
- Standortspezifische Einflussfaktoren
- Produktionsprozessspezifische Einflussfaktoren
- Anlagenspezifische Einflussfaktoren
- Energiewirtschaftliche Einflussfaktoren

In einer Betrachtung des Makroumfelds sind nachfolgend aufgezählte Faktoren, die wiederum direkt auf das Mikroumfeld und damit mittelbar auf das energieorientierte Produktionssystem wirken,³⁵⁷ zu berücksichtigen.³⁵⁸

- Ökonomische Einflussfaktoren
- Technologische Einflussfaktoren
- Ökologische Einflussfaktoren
- Gesellschaftliche und politische Einflussfaktoren

³⁵⁶ Vgl. Hinterhuber (2004), S.111

³⁵⁷ Vgl. Stugger (2008), S.136

³⁵⁸ Vgl. Wohinz (2003), S.75f. und Posch (2011), S.181f.

Ein Überblick der Einflussfaktoren des Mikro- und Makroumfelds auf ein energieorientiertes Produktionssystem wird in Abbildung 38 gegeben.

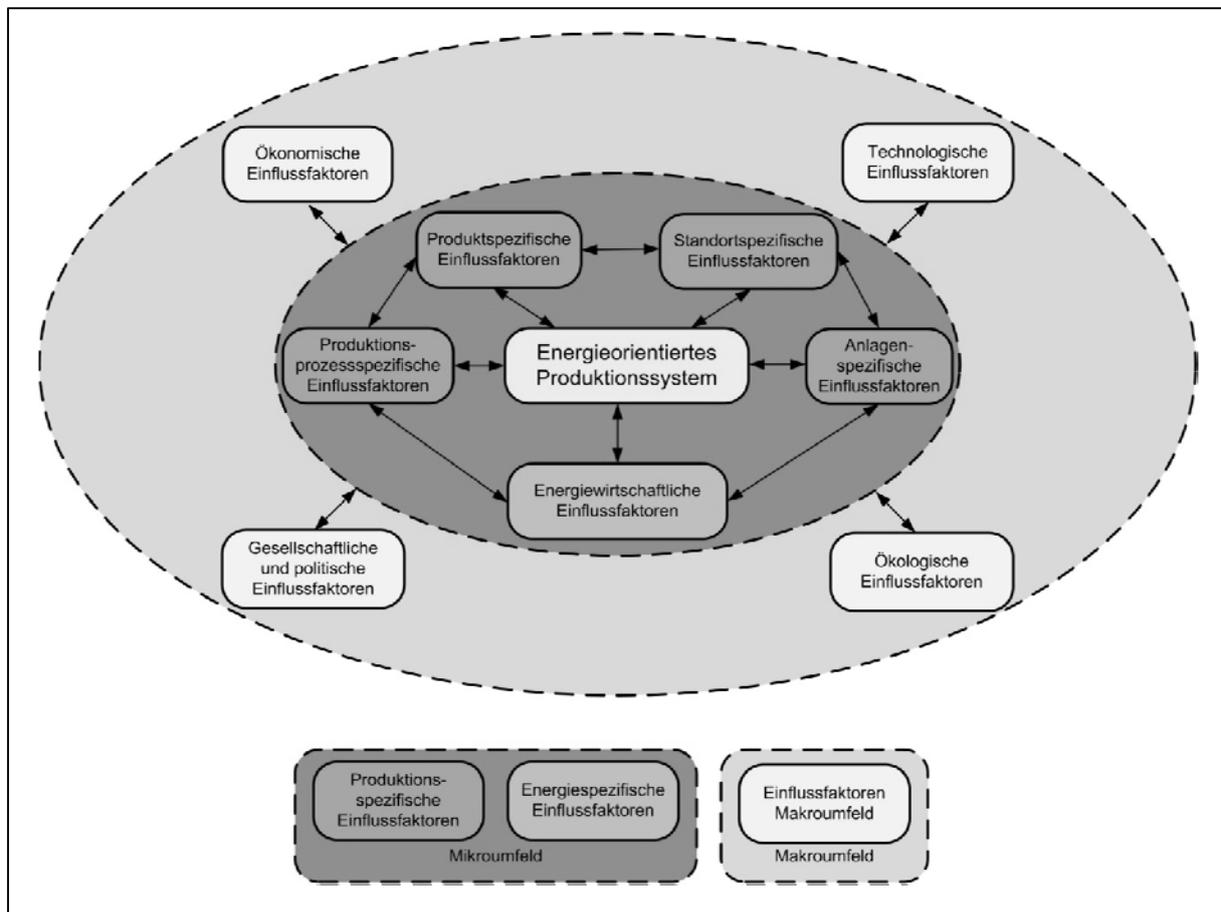


Abbildung 38: Einflussfaktoren des Mikro- und Makroumfelds auf ein energieorientiertes Produktionssystem³⁵⁹

Produktionsspezifische Einflussfaktoren des Mikroumfelds

Produktspezifische Einflussfaktoren

Die Art und Menge eines zu produzierenden Produkts hat maßgeblichen Einfluss auf ein Produktionssystem. Abgeleitet aus den Anforderungen, die ein zu erzeugendes Produkt an die Produktion stellt, werden erforderliche Prozesstechnologien festgelegt, Produktionslayouts entworfen und auch Produktionsstandorte ausgewählt. Somit wird über das Produktionsprogramm die grundsätzliche Determinierung der Energieintensität einer Produktion getroffen. Für energieintensive Produkte ist die Versorgungsstruktur der betrieblichen Energieversorgung von besonders großer

³⁵⁹ In Anlehnung an Wohinz (2003), S.76; Posch (2011), S.181f. und Stugger (2008), S.137

Bedeutung. Hohe Energieintensität kommt in der Regel durch den Einsatz von Prozesswärmeanwendungen im Produktionsprozess zustande.³⁶⁰ Prozesswärme wird im industriellen Einsatz zum Erwärmen und Schmelzen von Stoffen, zum Erwärmen, Kochen bzw. Verdampfen von Flüssigkeiten sowie zur Trocknung von Materialien verwendet.³⁶¹

Produkte können beispielhaft aus Marketing- und Produktionssicht nach unterschiedlichen Kriterien, wie in Tabelle 7 dargestellt, eingeteilt werden. Nachfolgend soll daher der Einfluss des jeweiligen Kriteriums auf eine energieorientierte Produktion abgeleitet werden.

		Ausprägung			
		Industriegut		Konsumgut	
Einteilungskriterium	Art	Industriegut		Konsumgut	
	Erscheinungsform	Stückgut	Fließgut		Schüttgut
	Produktionsvolumen	Einzel	Serie		Masse
	Nutzung	Wieder- verwendung	Weiter- verwendung	Verwertung	Beseitigung

Tabelle 7: Einteilung von Produkten³⁶²

In der **Art** von Produkten wird unterschieden zwischen Industriegut und Konsumgut. Industriegüter werden in diesem Fall als Sachleistungen verstanden. Nach BACKHAUS/VOETH³⁶³ sind Industriegüter „Leistungen, die von Unternehmen/Organisationen beschafft werden, um weitere Leistungen zu erstellen, die nicht in der Distribution an Letztconsumenten bestehen.“

Produkte mit hoher Energieintensität sind häufig Industriegüter.³⁶⁴ Beispiele hierfür sind die Erzeugnisse der Stahlindustrie, der Baustoffindustrie oder auch der Keramikindustrie/ Feuerfestindustrie, die allesamt als energieintensive Industrien gelten.

³⁶⁰ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.229

³⁶¹ Vgl. Müller et al. (2009), S.192

³⁶² Vgl. Wirth/Schenk/Müller (2011), S.799; Backhaus/Voeth (2010), S.6; Hansmann (2006), S.129f.; Wohinz (2003), S.226f.

³⁶³ Backhaus/Voeth (2010), S.6

³⁶⁴ Vgl. Hinterberger/Polak (2011), S.11

Die **Erscheinungsform** nimmt nur mittelbaren Einfluss auf den Energieverbrauch. Die Beeinflussung ist mit der Notwendigkeit konzeptionell unterschiedlicher Transportsysteme zu begründen. Während bei Fließ- und Schüttgut im Produktionsprozess notwendigerweise kontinuierliche Transportsysteme zum Einsatz kommen, ist Stückgut, was den Transport angeht, wesentlich flexibler.

Über das Kriterium **Menge** wird der Lastgang einer Produktionsstätte direkt beeinflusst. Bei Erzeugnissen, die der Serien- oder Massenfertigung zuzurechnen sind, besteht eine hohe Wiederholfrequenz gleicher Fertigungsaktivitäten. Damit wird die Energienachfrage im Normalbetrieb gut planbar. Für die Einzelfertigung ist die Planung des Energieverbrauchs hingegen nur mit hohem Koordinationsaufwand, z.B. täglicher Abstimmung zwischen Energiemanagement und Produktionsplanung, möglich. Dies hat insbesondere dann Auswirkungen, wenn eine Anlage zur Eigenstromerzeugung durch Abfallenergie aus der Produktion (Gase, Abwärme etc.) am Standort versorgt werden muss.

Über die **Nutzung** wird festgelegt, ob ein Produkt wiederverwendet, weiterverwendet, verwertet oder beseitigt wird. Aus Sicht der Energie hat die Ausprägung Verwertung eine hohe Bedeutung. Für die Herstellung absatzfähiger Produkte aus Recyclingrohstoffen sind andere technische Prozesse notwendig als bei der Nutzung von Primärrohstoffen, wodurch sich der notwendige Energieeinsatz verändert. In der Glasindustrie kann auf diesem Wege der Energieeinsatz in der Produktion um bis zu 20% ³⁶⁵ reduziert werden. Weitere Beispiele sind der Einsatz von Recyclingpapier in der Papierindustrie oder auch die Nutzung von Schrott in der Stahlindustrie.

Standortspezifische Einflussfaktoren

Aus der Betrachtung eines Produktionsstandortes als Ort der Leistungserstellung wird der Einfluss auf ein energieorientiertes Produktionssystem vornehmlich über lokale bzw. regionale Faktoren passieren. Beispiele hierfür sind die Verfügbarkeit von Rohstoffen und Energieträgern in ausreichender Menge und Qualität, die klimatischen Bedingungen oder auch die Umweltauflagen betreffend Emissionen.

Aus der Betrachtung eines Produktionsstandortes als Element des Produktionsnetzwerks ergeben sich andere Einflussfaktoren. Die Attraktivität eines Standortes beispielhaft unter Berücksichtigung der eingesetzten Produktionstechnologien, der hergestellten Produkte und damit für die Bedeutung des Unternehmungserfolgs spielt in gleichem Maße eine Rolle wie die grundsätzliche Struktur des

³⁶⁵ Vgl. Austria Glas Recycling GmbH (2011), S.14

Produktionsnetzwerks. So kann beispielsweise eine „Local-for-Local“ Strategie mit mehreren kleineren Standorten nahe Rohstoffabbaugebieten und Absatzmärkten die Investition in Eigenstromanlagen trotz energieintensiver Produktionsprozesse und nutzbarer Abfallenergie unattraktiv machen. Große Produktionsstätten (im Extremfall die Ausprägung „World Factory“) hingegen begünstigen die Investition in Anlagen zur Eigenstromerzeugung.

Produktionsprozessspezifische Einflussfaktoren

Die Entscheidung, welche Prozesstechnologie zum Einsatz kommt, ist aus energetischer Sicht von hoher Bedeutung. Durch den Produktionsprozess wird festgelegt,

- welche Produktionsanlagen notwendig sind,
- welche Produktionsstandorte energetisch möglich sind und
- wie hoch der Energieeinsatz zur Erzeugung eines Produkts letztendlich ist.

Allgemein können Produktionsprozesstechnologien in Fertigungstechnik (Wandlung der Materie der Form nach), Verfahrenstechnik (Wandlung der Materie der Art nach) und kombinierte Technik untergliedert werden.

Anlagenspezifische Einflussfaktoren

Die Besonderheit von Produktionsanlagen, -geräten und -einrichtungen (kurz: Betriebsmittel) ist in ihrer Eigenschaft als körperliche Einheit zur Verknüpfung von Material-, Informations- und Energiefluss mit dem Ziel der Erfüllung der Produktionsaufgabe zu sehen.³⁶⁶

Wesentlicher Einfluss der Betriebsmittel auf ein energieorientiertes Produktionssystem wird generiert durch

- die Art der Anlage und damit die eingesetzte Technologie
- den Wartungszustand,
- die Auslastung sowie
- die Führung der Anlagen.

³⁶⁶ Vgl. Wiendahl/Reichardt/Nyhuis (2009), S.176f.

Energiewirtschaftliche Einflussfaktoren des Mikroumfelds

Energieintensität

Eine ausreichend hohe Attraktivität der Ressource Energie stellt die Grundlage für die Bereitstellung von personellen und/oder finanziellen Kapazitäten dar. Nur bei entsprechend großem Einfluss auf den Erfolg der Unternehmung können Strukturen geschaffen werden, die für die Etablierung der Energiewirtschaft in einer Organisation notwendig sind.³⁶⁷ Damit eng verbunden ist die Fähigkeit zur Entwicklung der Unternehmung hinsichtlich Energie- und Umweltbewusstsein.

Unternehmungsgröße

Mit der Größe der Unternehmung steigt auch die Komplexität der Energieversorgungsstruktur. Dadurch erhöht sich das wirtschaftliche Potential zur Steigerung der Energieeffizienz. Das Energiemanagement erhält dadurch mehr Bedeutung in der eigenen Unternehmung, woraus sich eine günstigere energietechnische, personelle, finanzielle und organisatorische Situation ergeben kann.³⁶⁸ Ein weiterer Einfluss durch die Unternehmungsgröße ist im Grad der möglichen Spezialisierung von Mitarbeitern bzw. Organisationseinheiten zu sehen. Erst ab einer gewissen Mindestgröße kann eine Beschäftigung von Spezialisten in Funktionalbereichen aus wirtschaftlicher Sicht eine Rechtfertigung finden.³⁶⁹

Über die Unternehmungsgröße und die Energieintensität hinaus wird auch den nachfolgend beschriebenen Punkten Bedeutung als energiewirtschaftliche Einflussfaktoren zugemessen.

Eigenstromerzeugung

Die Möglichkeit der Eigenstromerzeugung in produzierenden Unternehmungen ist ein Spezifikum der betrieblichen Energiewirtschaft. Als Grundvoraussetzung ist eine hohe Bedeutung der Energie für den Produktionsablauf, sowie eine entsprechende Größe der Unternehmung zu sehen. Damit einher geht, zumindest bei großen Kraftwerksanlagen, die Notwendigkeit an entsprechendem Betriebspersonal, abgebildet in einer eigenen Abteilung bzw. einem energiewirtschaftlichen

³⁶⁷ Vgl. Posch (2011), S.230

³⁶⁸ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.229

³⁶⁹ Vgl. Posch (2011), S.230

Unternehmungsbereich.³⁷⁰ Diese Bindung von Personal- und Kapitalressourcen in einem peripheren Unternehmungsbereich widerspricht im Grundsatz allerdings dem Gedanken einer schlanken Organisation (Lean Organisation³⁷¹). Daher stellt Contracting³⁷² oftmals eine interessante Alternative zum Eigenbetrieb einer Kraftwerksanlage dar.

Organisatorische Aufgabenintegration

Die organisatorische Aufgabenintegration des Energiemanagements hängt wesentlich von zwei Faktoren ab. Einerseits ist die Konfiguration der Unternehmungsorganisation (in der implizit auch die Unternehmungsgröße abgebildet wird) von hoher Bedeutung und andererseits die Attraktivität der Thematik Energie. Extremausprägungen in Abhängigkeit von Unternehmungsgröße, Attraktivität und Eigenstromerzeugung sind einerseits die vollständige Integration, in der Management- und Ausführungsaufgaben zur Energiewirtschaft durch andere Organisationseinheiten wahrgenommen werden und andererseits die Bereichsorganisation, in der alle Management- und Ausführungsaktivitäten rund um die Eigenstromerzeugung und Energieprojekte gebündelt werden. Allfällige Ausführungsaufgaben verbleiben in der Linie. Ein Sonderfall ist die Prozessorganisation, in der das Energiemanagement als Supportprozess angesiedelt ist.³⁷³

Hierarchische Einbindung

Das Energiemanagement und seine ausführenden Personen besitzen innerhalb der Unternehmung oftmals nur sehr geringes Ansehen bzw. nur sehr geringen Einfluss. Daher werden in Diskussionen zu Produkt- und Prozessdesign energie- und umweltgetriebene Vorschläge häufig nicht angenommen, sondern eher als Kritik verstanden.³⁷⁴

Die frühzeitige Integration von „politischen Schwergewichten“ zur Meinungsbildung kann ein möglicher Weg zur Verbesserung der Position solcher Organisationseinheiten innerhalb der Unternehmung sein.³⁷⁵

³⁷⁰ Vgl. Posch (2011), S.231

³⁷¹ Siehe Pfeiffer/Weiß (1994)

³⁷² Siehe Altenhofer (1997)

³⁷³ Vgl. Posch (2011), S.230ff.

³⁷⁴ Vgl. Boks (2006), S.1353f.

³⁷⁵ Vgl. Mills/Platts/Greogory (1995), S.29

Die Attraktivität der Ressource Energie unterstützt die innerbetriebliche Statusbildung der Energiewirtschaft in hohem Maße. Je attraktiver die Thematik ist, desto höher ist die ausführende Stelle in der Organisation angesiedelt.³⁷⁶

Einflussfaktoren des Makroumfelds

Das Makro-Umfeld hat in den meisten Fällen nur mittelbaren Einfluss auf ein energieorientiertes Produktionssystem. Allerdings existieren dort Systemkategorien, welche die Möglichkeiten zur Entwicklung vorgeben, wodurch sich Chancen und Risiken für die Unternehmung ergeben. In Anlehnung an WOHINZ lässt sich das Makro-Umfeld in die nachfolgend beschriebenen vier Elemente unterteilen.³⁷⁷

Einfluss durch ökonomische Faktoren

Der Einfluss ökonomischer Faktoren kann in dieser Betrachtung von Seiten der Beschaffungsmärkte und von Seiten der Absatzmärkte kommen. Der Energiemarkt ist für eine produzierende Unternehmung (ausgenommen EVU) in den meisten Fällen nur aus der Sicht eines Einkäufers interessant.

Als einer der wesentlichen Einflüsse in diesen Märkten ist die steigende Dynamik der Globalisierung zu sehen, wodurch Anpassungen an strukturelle und konjunkturelle Veränderungen erforderlich werden. Dies betrifft Länder in denen Beschaffungs- und/oder Absatzmärkte bzw. auch Produktionsstätten lokalisiert sind. Diese zunehmende Internationalisierung ist zurückzuführen auf hohe Preisunterschiede in den eingesetzten Produktionsfaktoren, dem schnellen Wachstum von Emerging Markets, den niedrigen Transportkosten, sowie den für viele Regionen abgeschwächten Handelsbarrieren.³⁷⁸ Auch die Energiemärkte sind der Globalisierung unterworfen. Allerdings heben sich diese von anderen Märkten durch diverse Besonderheiten ab. Ohne die Bereitstellung von Energie ist keine wirtschaftliche Aktivität möglich. Weiters erhöhen die geographisch inhomogene Verteilung der fossilen Energiereserven und der oftmals einhergehende staatliche Eigentumsanspruch die Risiken der Versorgungssicherheit sowohl für die Bevölkerung als auch für die Industrie. Entwicklungsländer werden in ihrem wirtschaftlichen Fortschritt durch fehlende bzw. unzureichende Energieversorgung gehemmt. Dadurch wird auch die Entwicklung neuer Absatzmärkte gehemmt. Investitionen in Energieanlagen sind in der Regel sehr hoch und häufig durch sehr lange

³⁷⁶ Vgl. Posch (2011), S.231

³⁷⁷ Vgl. Wohinz (2003), S.75f.

³⁷⁸ Vgl. Jacob/Strube (2008), S.9ff.; Pfohl (2010), S.317ff.

Kapitalbindungszeiten charakterisiert. Demzufolge sind Reaktionen auf dynamische Entwicklungen nur sehr schwer möglich und es besteht die Gefahr von falsch ausgelegten Kapazitäten, wodurch für Industrieunternehmungen die Attraktivität einer Eigenstromerzeugung häufig sehr gering ist. In vielen Energiemärkten bestehen Monopolstellungen wodurch es nur zu einem unvollkommenen Wettbewerb kommt. In der Verteilung von leitungsgebundenen Energieträgern steckt die Eigenschaft eines natürlichen Monopols, da der Aufbau einer Parallelversorgungsstruktur wirtschaftlich wenig Sinn hätte. Dadurch sind die Möglichkeiten, die dem Energiemanagement über die Grenzen der eigenen Unternehmung hinaus zur Verfügung stehen, oftmals sehr beschränkt.³⁷⁹

Einfluss durch technologische Faktoren

Wie schon erwähnt, sind industrielle Energiesysteme häufig historisch gewachsen. Demzufolge befinden sich oftmals Umwandlungs-, Verteilungs- und/oder (zumindest in Teilbereichen) Produktionstechnologien im Einsatz, die in keinster Weise mehr dem Stand der Technik entsprechen.

Dabei kann über die laufende Beobachtung energietechnischer Entwicklungen und entsprechendes Reagieren, die Senkung des spezifischen Energieeinsatzes, eine erhöhte Anpassungsfähigkeit an diese, sich ständig verbessernden Technologien erlangt, sowie im Allgemeinen bessere Entscheidungsgrundlagen geschaffen werden.³⁸⁰

Einfluss durch ökologische Faktoren

Zur Nutzung von Energieträgern sind Umwandlungen notwendig, die als unerwünschtes Nebenprodukt Schadstoffe und damit Umweltbelastungen erzeugen können.³⁸¹ Weiters erfordert die Verknappung von Rohstoffen, welche sowohl als Basismaterial für die zu produzierenden Sachleistungen als auch als Energielieferant für die Produktion dienen und die damit verbundenen Transporte, von Gesetzgebern die verstärkte Setzung von Maßnahmen zur Ressourcenschonung. Dadurch sollen beispielsweise die Entnahme von Stoffen aus der natürlichen Umwelt, Reduktionsvorgaben verschiedenster Umweltbelastungen und die Rückgabe unverträglicher Stoffe an die Umwelt geregelt werden.³⁸²

³⁷⁹ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.7f.

³⁸⁰ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.59

³⁸¹ Vgl. Erdmann/Zweifel (2008), S.8

³⁸² Vgl. Lackner (2007), S.76

Um die Einbindung der Industrie in nationale und internationale Klimaschutzprogramme zu gewährleisten, wird verstärkt auf selbstverpflichtende Reportings gesetzt. Beispiele hierfür sind Ökobilanzen (z.B. LCA- Life Cycle Assessments) sowie Ökoaudits (z.B. EMAS- Environmental Measurement and Analysing Scheme). Für die Umsetzung bietet sich die Anwendung von Energie- und Umweltkennzahlen an.³⁸³

Einfluss durch gesellschaftliche und politische Faktoren

Im Energiebereich haben diese Faktoren einen hohen Einfluss durch energie- und umweltpolitische Regulierungen. Dies beeinflusst nicht nur Überlegungen zu Produktionsstandorten und Auswahl von Energieträgern hochgradig, sondern setzt auch die Beherrschung entsprechender Spielregeln und das Vorhandensein von Fähigkeiten im Energiemanagement voraus. Die Forderung nach ökologisch nachhaltiger Wirtschaft ergibt einen hohen Einfluss der Faktoren Gesellschaft und Politik. Speziell für energieintensive Industrieunternehmungen ist die Identifikation einflussreicher Stakeholder (Opinion Leader) und deren Programme von großer Bedeutung um zukünftige ökologische Rahmenbedingungen abzuschätzen und erforderliche Reaktionen über das Energiemanagement generieren zu können. Dabei ist insbesondere die Verfolgung energie- und umweltpolitischer Trends legislativer Institutionen auf regionaler, nationaler oder internationaler Ebene von hoher Bedeutung.³⁸⁴

Die Produktions-Energie-Maßnahmen-Matrix

Die beschriebenen Einflussfaktoren befinden sich in einem komplexen Verhältnis zueinander, gekennzeichnet durch Interdependenzen, Rückkoppelungen und Überdeckungen. Um dieses komplexe System einer zielführenden Beeinflussung zuzuführen, sind die wesentlichen Einflussfaktoren zu identifizieren und deren Wirkung auf das Gesamtsystem unter unterschiedlichen Gesichtspunkten (u.a. fertigungstechnisch, energietechnisch, ökonomisch, ökologisch) zu analysieren und zu bewerten. Welche Einflussgrößen dabei die größte Rolle spielen, ist abhängig von der betriebsspezifischen Situation.³⁸⁵

³⁸³ Vgl. Waltenberger (2005), S.155ff.

³⁸⁴ Vgl. Posch (2011), S.181f. und Wohinz/Moor (1989), S.59

³⁸⁵ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.156

Dazu soll die nachfolgend ausgeführte Portfolioanwendung (siehe Abbildung 39) unter Berücksichtigung der vorgestellten Umfeldstruktur zum energieorientierten Produktionssystem eine Möglichkeit bieten, abhängig

- von der Situation der Gesamtunternehmung sowie
- von der Ausgangssituation im jeweiligen Strategiefeld,

die wesentlichen energetischen Einflussfaktoren des Mikro-Umfelds zu analysieren.

Nachfolgend soll die sogenannte Produktions-Energie-Maßnahmen-Matrix (kurz: PrEMM) im grundsätzlichen Aufbau und anschließend in den Anwendungsfällen diskutiert werden.

Aufbau des Energieportfolios

In der PrEMM wird einerseits das Kriterium „Energieintensität“ und andererseits der aktuelle Status der Maßnahmen, bezogen auf die zu bewertenden Elemente, abgebildet. Abhängig von der Attraktivität der Energie als Ressource, sowie der Energieperformance des zu untersuchenden Strategiefeldes kann der Bewertungsmaßstab für die Energieintensität von EXTERN oder von INTERN kommen. Tabelle 8 gibt dazu einen Überblick, in welcher Situation welcher Maßstab empfehlenswert ist.

Vorgabe Energieintensitätsmaßstab	Attraktivität Energie	Energieperformance des betrachteten Strategiefeldes
EXTERN	Hoch	Low
INTERN	Hoch	Top
		unbekannt
	Nieder	Top
		Low
		unbekannt

Tabelle 8: Vorgabe des Energieintensitätsmaßstabs der PrEMM

In der Analyse des Wettbewerbs ist es üblich, die Performance der eigenen Unternehmung aus dem Vergleich mit Mitbewerbern abzuleiten.³⁸⁶ Daher ist im Falle einer internen Vorgabe des Bewertungsmaßstabs anzumerken, dass die Einordnung der eigenen Energieperformance nur durch einen Vergleich mit einem externen Bezugsrahmen entstehen kann. Als Bezugsrahmen kann typischerweise eine

³⁸⁶ Vgl. Sabisch/Tintelnot (1997), S.15

übergeordnete Konzernstruktur oder der Wettbewerb herangezogen werden. Im Falle der Bewertung von Anlagen und Produktionsprozessen können auch branchenfremde Referenzobjekte mit ähnlichen Prozess- und Anlagestrukturen herangezogen werden.

Auf der Achse der Maßnahmen gilt es zu unterscheiden, welcher Status im Bezug auf ein zu bewertendes Element vorliegt. Dazu wird zwischen

- **keine** (keine Maßnahmen geplant oder in Umsetzung)
- **geplant** (Maßnahmen sind geplant aber noch nicht in Umsetzung)
- **in Umsetzung** (Maßnahmen befinden sich in Umsetzung)

unterschieden.

Aus der Kombination mit der Energieintensität ergeben sich neun Felder, denen drei Kategorien von Handlungsempfehlungen zugeordnet werden können.

Diese lauten:

- **HANDELN!** (Durchführung der weiteren Schritte im Vorgehensmodell)
- **BEOBACHTEN!** (Regelmäßige Überprüfung der Ist-Situation) und
- **keine AKTIVITÄT!** (keine Aktivitäten außerhalb der routinemäßigen Überwachung)

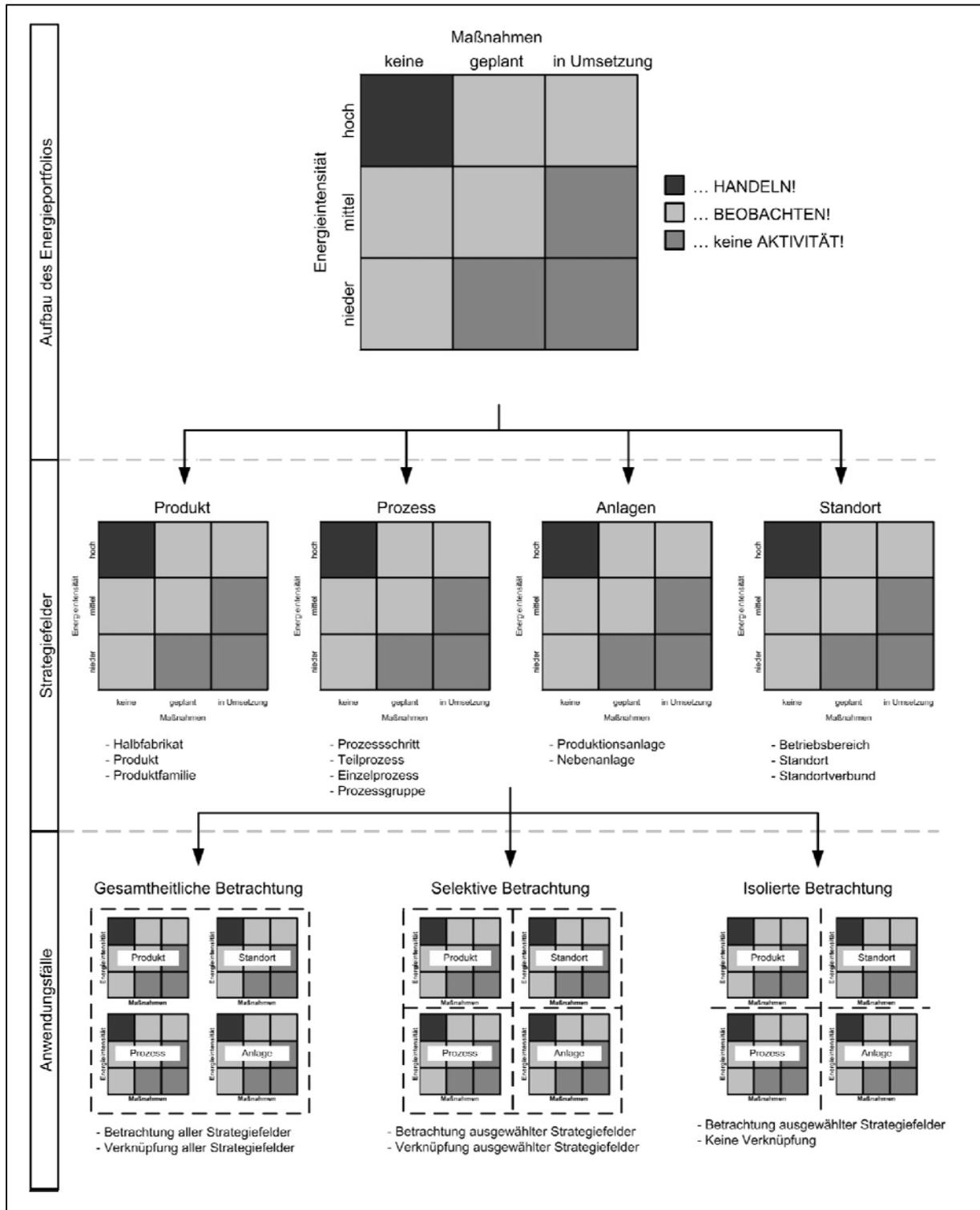


Abbildung 39: Aufbau und Anwendungsfälle der PrEMM auf Basis der identifizierten Strategiefelder

Strategiefelder

Der Definition der Strategiefelder in Kapitel 4 folgend, können in der PrEMM die beinhaltenden Elemente analysiert und einem Handlungsfeld zugeordnet werden:

- Halbfabrikat, Einzelprodukt oder Produktfamilie im Feld **Produkt**.
- Prozessschritt, Teilprozess, Einzelprozess oder Prozessgruppe für den Bereich **Prozess**.
- Produktions- oder Nebenanlage für den Bereich **Anlagen**.
- Betriebsbereich, Standort oder Standortverbund für das Strategiefeld **Standort**.

Anwendungsfälle

Fall 1: Gesamtheitliche Betrachtung

Im ersten Anwendungsfall, genannt **Gesamtheitliche Betrachtung**, ist ein hohes Maß an Verständnis für die einzelnen Strategiefelder und deren gegenseitige Beeinflussung als Grundvoraussetzung zu sehen. Für die Durchführung einer solchen Betrachtung sind Experten aus unterschiedlichen Fachdisziplinen gefragt. Die Aktivitäten einer solchen Expertengruppe müssen in enger Abstimmung mit der mittleren bis oberen Managementebene passieren, falls diese nicht Teil der Gruppe sind. Neben den fachlichen Anforderungen ist auch der Zeitaufwand als sehr hoch einzuschätzen. Dies liegt einerseits am hohen Aufwand für die Datenbeschaffung, -auswertung und -interpretation sowie dem damit verbundenen Koordinationsaufwand (hierarchisch horizontal als auch vertikal). Das Ergebnis ist eine gesamtheitliche Darstellung der Unternehmung im Bezug auf die energetische Seite von Produkten, Prozessen, Anlagen und Standorten. Dies schafft eine breite Basis für das weitere Vorgehen zur Ausformulierung eines strategischen Konzepts. Durch den mit dieser Variante verbundenen sehr hohen Zeitaufwand empfiehlt sich eine Durchführung nur zu konkreten Anlassfällen. Diese könnten beispielsweise die Neuausrichtung der Produktionsstrategie bzw. der Unternehmungsstrategie sein.

Fall 2: Selektive Betrachtung

Für die **Selektive Betrachtung** muss vor der Durchführung die Frage geklärt werden, welche Strategiefelder zu betrachten sind. Davon hängt auch die Zusammensetzung der Projektgruppe ab. Neben den entsprechenden Experten aus den einzelnen Funktionalbereichen ist, ebenso wie im Falle der Gesamtheitlichen Betrachtung, die enge Abstimmung mit den mittleren bis oberen Managementebenen notwendig. Die fachlichen Anforderungen an das Projektteam sind in dieser

Betrachtungsweise als mittel bis hoch einzuschätzen. Dasselbe gilt für den zeitlichen Aufwand. Sofern sich nicht durch eine besondere Situation ein erhöhter Abstimmungsbedarf zwischen einzelnen Strategiefeldern ergibt, ist die Selektive Betrachtung bedarfsorientiert durchzuführen. Konkrete Anlassfälle könnten die Optimierung von Produktionsprozessen oder auch die Überarbeitung von Teilfeldern der Produktionsstrategie sein.

Kriterium	Gesamtheitliche Betrachtung	Selektive Betrachtung	Isolierte Betrachtung
Ausführungsebene	Fachexperten der Funktionalbereiche	Fachexperten der Funktionalbereiche	Energieexperten
Koordinationsebene	Mittleres bis oberes Management	Mittleres bis oberes Management	Mittleres Management
Zusammensetzung Kernteam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ F&E ▪ Produktion ▪ Energiemanagement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ F&E ▪ Produktion ▪ Energiemanagement 	Energiemanagement
Optional beteiligte Funktionalbereiche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instandhaltung ▪ Einkauf 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instandhaltung ▪ Einkauf 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ F&E ▪ Produktion ▪ Instandhaltung ▪ Einkauf
Fachliche Anforderungen	Sehr hoch	Mittel bis Hoch	Gering
Zeitaufwand	Sehr hoch	Mittel bis Hoch	Gering
Durchführung	Anlassbezogen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlassbezogen ▪ Periodisch (bei konkretem Anlassfall) 	Periodisch
Beispiel	Neuausrichtung der Produktionsstrategie	Neuausrichtung einer Teilstrategie	Optimierung von Einzelbereichen

Tabelle 9: Vergleich der PrEMM Anwendungsfälle

Fall 3: Isolierte Betrachtung

Die **Isolierte Betrachtung** stellt geringere Anforderungen an ein entsprechendes Projektteam. Fachlich gesehen ist diese Art der Betrachtung durch die fehlende Verknüpfung der Strategiefelder untereinander weit weniger anspruchsvoll. Koordinations- und Zeitaufwand sind geringer als bei den beiden zuvor beschriebenen Fällen. Ein Abstimmungsbedarf ergibt sich mit dem mittleren Management und den Fachexperten der Funktionalbereiche. Als Wiederholrfrequenz kann durchaus periodisch gewählt werden, wodurch auch kein konkreter Anlassfall zur Durchführung dieser Betrachtung notwendig wird. Vorstellbar wäre eine

Anwendung dieser Variante auf die vergleichende Untersuchung von Produktionsprozessen, Anlagen oder auch Standorten.

Für die Variante der Isolierten Betrachtung gilt es, die Modellschritte 2 bis 4 zu überspringen und direkt zu den Maßnahmenkatalogen zu wechseln. Dies kann damit begründet werden, dass es sich um eine stark operative Betrachtungsweise handelt, die in ihren Grundzügen zu eng fokussiert ist um die Basis für eine strategische Konzeptentwicklung darzustellen.

5.2.3 Ableitung eines abgestimmten Zielsystems (Modellschritt 2)

Den Aufgaben auf strategischer Ebene werden langfristig angestrebte, vorwiegend abstrakt formulierte und hoch aggregierte Ziele zur Orientierung gesetzt. Dies gilt sowohl im Kontext der Gesamtunternehmung, als auch für Teilbereiche wie dem Energiemanagement.³⁸⁷

Um auf Basis der Situationsanalyse Konzepte zur energieorientierten Produktionsstrategie bewerten zu können, ist eine Definition von Zielen als nächster Schritt anzusehen. Hierbei wird sich eines Kennzahlensystems beholfen, mit dessen Hilfe sich nach Analyse der Ausgangssituation eine quantifizierbare Soll-Definition darstellen lässt. Die Entwicklung dieses Kennzahlensystems ist dabei nicht primäres Ziel der vorliegenden Arbeit.

Ausbildung eines Zielsystems

„Das Zielsystem einer Organisation besteht aus der geordneten Menge aller handlungsbestimmten Ziele, die bei der Ableitung einer rationalen Entscheidungsempfehlung zu berücksichtigen sind.“³⁸⁸

Bei der Ausbildung eines Zielsystems (siehe Abbildung 40) gilt es drei Bausteine zu berücksichtigen, die in der Ausformulierung eines Zieles in jedem Fall vorkommen müssen. Der **Inhalt** hält in der Beschreibung des Zieles fest, was es zu erreichen gilt. In der Dimension **Zeit** wird der über den zeitlichen Bezug der vorhandene Zeitraum zur Zielrealisierung definiert. Weiters muss in der Dimension **Ausmaß** der Umfang

³⁸⁷ Vgl. Fünfgeld (2006), S.175

³⁸⁸ Zangemeister (1971), S.89

der Zielerreichung definiert werden (begrenzt oder unbegrenzt). Um die Entscheidung zur Festlegung eines Zielsystems treffen zu können, ist es notwendig neben der klaren und unmissverständlichen Formulierung eines Ziels auch die Beziehungen der Ziele untereinander zu kennen. Ziele können zueinander in Konflikt, komplementär oder indifferent stehen.³⁸⁹

Zwei Ziele stehen in **Konflikt** zueinander, wenn eine „Steigerung der Erfüllung des einen Ziels die Erreichung des anderen Ziels mindert“³⁹⁰. Von einer **Komplementarität** wird gesprochen, wenn „eine Steigerung des einen Ziels zugleich eine Erhöhung der Erfüllung des anderen Ziels bedeutet“³⁹¹. **Indifferent** bezeichnet man die Beziehung zweier Ziele, „wenn die Erfüllung des einen Ziels keinen Einfluss auf eine Erfüllung des anderen Ziels ausübt“³⁹²

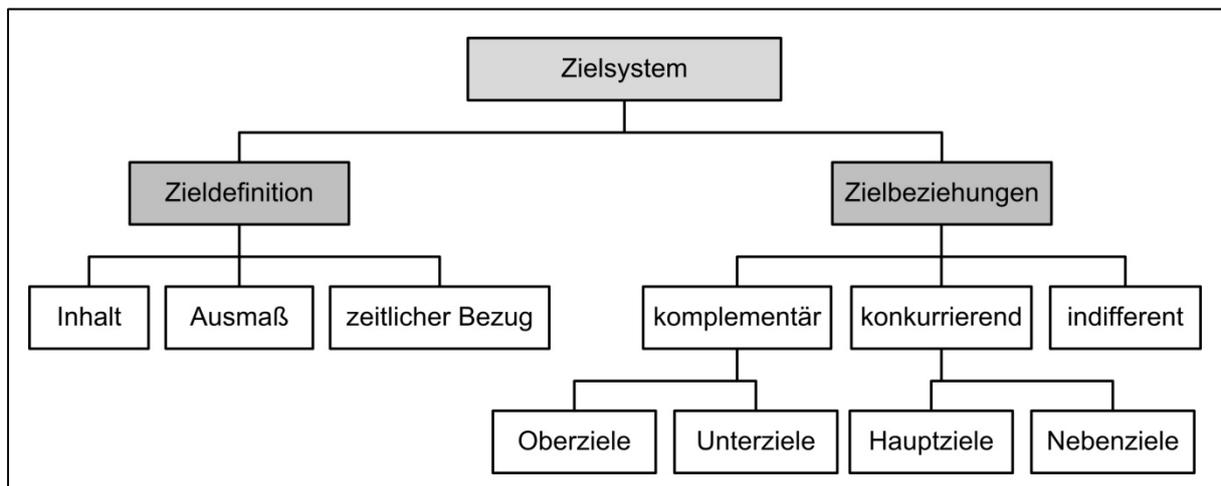


Abbildung 40: Formale Struktur eines Zielsystems³⁹³

Häufig ist nicht nur eine Ausprägung von Zielbeziehung gegeben, sondern eine Hybridvariante. Bei vorrangig konkurrierenden Beziehungen bedarf es einer Gewichtung der Ziele zueinander, um eine entsprechende Bedeutung des jeweiligen Ziels zu erlangen. Aus dieser Gewichtung ergibt sich die Einordnung in Haupt- und Nebenziele. Bei zumindest teilweise komplementärer Beziehung der Ziele

³⁸⁹ Vgl. Heinen (1991), S.14

³⁹⁰ Heinen (1991), S.14

³⁹¹ Heinen (1991), S.15

³⁹² Heinen (1991), S.15

³⁹³ Heinen (1991), S.16

untereinander bedarf es der Ausbildung einer Hierarchie, woraus sich Ober- und Unterziele ergeben.³⁹⁴

Kennzahlen im Energiemanagement

Zur erfolgreichen Implementierung des Energiemanagements in einer Unternehmung, muss es eine aktive Rolle einnehmen. Um dies zu erreichen, ist eine umfangreiche und zweckmäßige Datenbasis notwendig, die in Verknüpfung mit betriebswissenschaftlichen Daten den Grundstein dafür bildet. Ein wichtiges Element zum Praktizieren der aktiven Rolle liegt in der Erstellung und systematischen Arbeit mit Kennzahlen.³⁹⁵

Abhängig vom tatsächlichen Einsatz müssen die Datensätze einer Energiekennzahl zumindest aus der Benennung der konkreten Energiegröße, der Maßeinheit, der zugrundeliegenden Bezugsgröße (z.B. Bezugsjahr, Betriebsbereich, Anlage) und, sofern nicht selbst berechnet, der Quelle bestehen. Ein Energiekennzahlenkatalog kann in weiterer Folge auf die Energieform und den Einsatzzweck (z.B. Betriebsvergleich, Anlagenvergleich Querschnitts- oder Produktionstechnologie) sowie auf einen Vergleich mit relevanten (Benchmark, Normen) bzw. vorgegebenen Kennzahlen (z.B. durch den Gesetzgeber) eingehen.³⁹⁶

Beim Einsatz von Energiekennzahlen als Instrument zum Benchmarking ist zu berücksichtigen, dass diese Zahlen sehr stark variieren können und somit ein Vergleich oftmals nur bedingt zulässig ist. Gründe für die großen Abweichungen können Unterschiede

- im Technologieeinsatz,
- in der Fertigungstiefe,
- in der Betriebsgröße,
- in der Auslastung sowie
- in der Wahl der Systemgrenzen

sein.³⁹⁷

Eine beispielhafte Aufstellung ausgewählter Kennzahlen findet sich in Tabelle 10. Um diesen Energiekennzahlen höhere Aussagekraft zu verleihen und gegebenenfalls vorhandene Widersprüche bzw. Beeinflussungen auszumachen, empfiehlt sich

³⁹⁴ Vgl. Heinen (1991), S.15f.

³⁹⁵ Vgl. Schieferdecker (2006), S.40

³⁹⁶ Vgl. Löffler (2011), S.45

³⁹⁷ Vgl. Löffler (2011), S.43

eine strukturierte Zusammenführung in einem Kennzahlensystem. Hierfür bietet es sich in der Praxis an, auf die Basis eines bestehenden Energiekennzahlensystems aufzubauen.³⁹⁸

Typische Kennzahlen	Beschreibung	Einheit
Energieeinsatz gesamt	absolut	[kWh], [€]
Energieträgeranteil	Verbrauch pro Energieträger	[%]
	Gesamtenergieeinsatz	
Spezifischer Energieeinsatz (Produktbezogen)	Gesamtenergieeinsatz	[kWh/Bezugseinheit Produktionsgut]
	Produktionsmenge	
Anteil regenerativer Energieträger	Einsatz regenerativer Energien	[%]
	Gesamtenergieeinsatz	
Spezifische Energiekosten	Energiekosten	[%]
	Herstellungskosten	
Energieträgerspezifische Kosten	Kosten pro Energieträger	[€/kWh]
	Energieeinsatz pro Energieträger	
Energiekosteneinsparung	absolut	[€]
Unterbrechungsdauer	absolut	[min]
Unterbrechungshäufigkeit	absolut	[-]
Wahrscheinlichkeit der Nichtverfügbarkeit von Endenergie	Unterbrechungsdauer	[%]
	Unterbrechungshäufigkeit	
Nicht gelieferte Endenergie	Wahrscheinlichkeit der Nichtverfügbarkeit von Endenergie * Prognostizierter Energieeinsatz	[kWh/a]

Tabelle 10: Ausgewählte Kennzahlen im Energiemanagement³⁹⁹

Als Vertreter der Kennzahlensysteme wird nachfolgend das Modell nach BAUER⁴⁰⁰ vorgestellt (siehe Abbildung 41). Dieses bietet sich an, da sich in diesem Modell die

³⁹⁸ Vgl. Posch (2011), S.293ff.

³⁹⁹ In Anlehnung an Bundesumweltministerium (1997), S.23 und Offner (2001), S.100

⁴⁰⁰ Siehe Bauer (1988), S.249

definierten Hauptziele mit den Definitionen der vorliegenden Arbeit in wesentlichen Punkten übereinstimmen und eine Erweiterung um Kennzahlen der Produktion möglich ist.

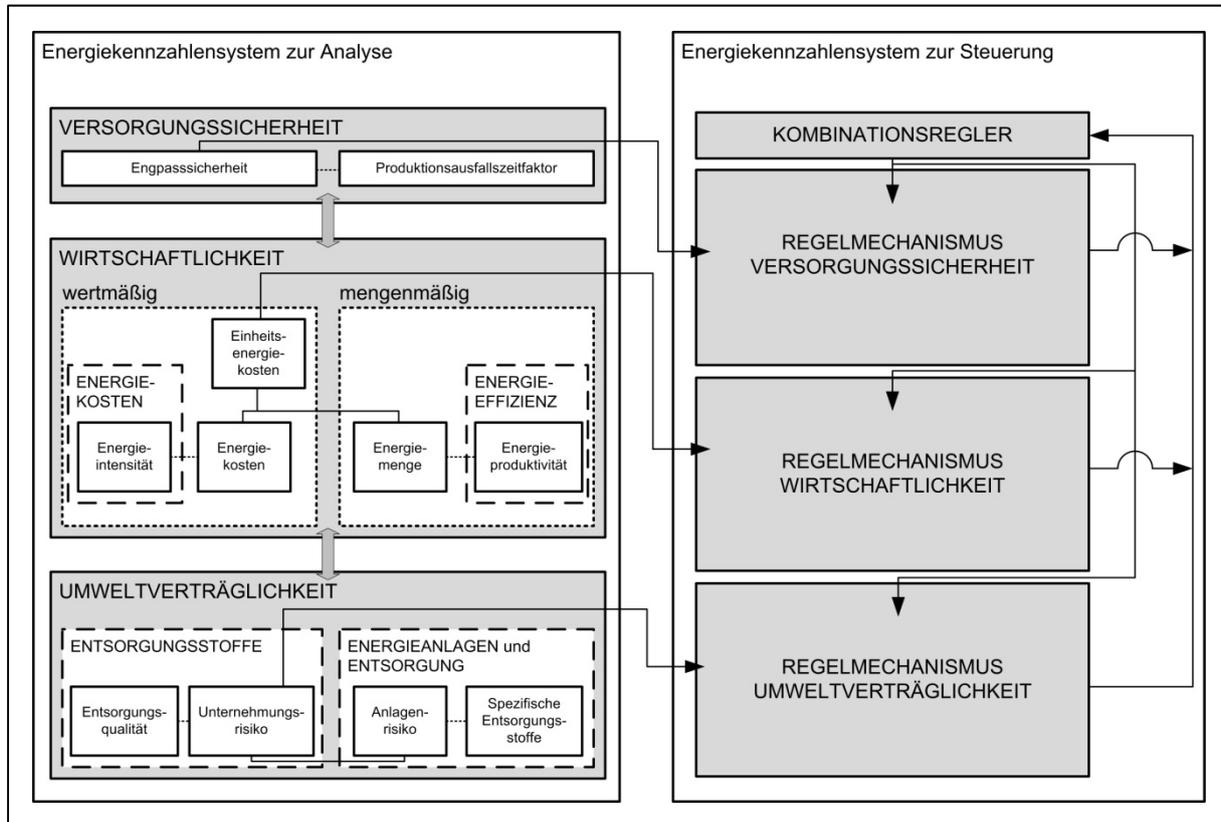


Abbildung 41: Energiekennzahlensystem nach BAUER⁴⁰¹

Dieses Kennzahlensystem ist durch zwei Hauptfunktionen charakterisiert, nämlich die Analysefunktion und die Steuerungsfunktion. Die beiden Funktionen sind über die Hauptziele (bzw. Problemfelder) Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit verknüpft. Zentrale Kennzahl im Feld Versorgungssicherheit stellt die Engpassicherheit dar. Darunter ist ein Maß für die Sicherheit gegenüber Versorgungsengpässen zu verstehen, ermittelt aus dem Verhältnis der benötigten und vorhandenen energieseitigen Kapazitäten oder über den Vergleich der Energieträgerreichweite mit der Wiederbeschaffungsdauer. Auf der Ebene der Wirtschaftlichkeit stellt die Kennzahl „Einheitsenergiekosten“ den Link zur Steuerungsfunktion dar. Darin wird die Kostenseite der Energie wert- und

⁴⁰¹ In Anlehnung an Bauer (1988), S.249

mengenmäßig abgebildet. Im dritten Problemfeld, der Umweltverträglichkeit, wird das Unternehmungsrisiko als Verknüpfungselement angeführt.⁴⁰²

5.2.4 Variantenausarbeitung (Modellschritt 3)

Nach der Diskussion eines kennzahlenbasierten Zielsystems bedarf es der Ausarbeitung von Konzeptvarianten, welche die Grundlage für entsprechende Konzeptempfehlungen darstellen. In diesem Schritt sollen daher, unter Berücksichtigung des Zielsystems und der beschriebenen Einflussfaktoren im Modellschritt 1, die möglichen Ausprägungen der einzelnen Konzeptparameter kombiniert werden, die im Sinne der strategischen Erfolgsposition nach PÜMPIN⁴⁰³ einen Wettbewerbsvorteil für die Unternehmung schaffen können.

Ausbildung der Konzeptvarianten

Auf Basis der in Kapitel 4 identifizierten Energieaspekte wurden die wesentlichen Parameter zur Beeinflussung einer Produktionsstrategie beschrieben. Daneben sind noch die Eigenstromerzeugung sowie die Organisation des Energiemanagements als Spezifika der betrieblichen Energiebewirtschaftung (siehe Abschnitt 5.2.2) zu berücksichtigen.

Einer der Hauptauslöser für Investitionen zur Steigerung der Energiequalität sind potentiell hohe Ausfallkosten oder (wenn auch seltener anzutreffen) die Beeinflussung der Produktqualität. Im Falle eines geringen Schadensrisikos dominiert eine **reaktive** Verhaltensweise, welche sich an der ausfallsorientierten Instandhaltungsstrategie orientiert. Bei steigendem Schadensrisiko durch mangelnde Energiequalität steigt auch das Rechtfertigungspotential für weitreichendere Maßnahmen in diesem Bereich. Beispielhaft kann sich dies durch Mehrfachanschlüsse an das Stromleitungsnetz oder auch die Vorhaltung von Notstromaggregaten ausdrücken. Diese Grundverhaltensweise ist bereits als **proaktiv** zu interpretieren. In einer besonders starken Ausprägung kann diese Strategie zu Maßnahmen führen, welche über die eigenen Betriebsgrenzen hinaus, im betrieblichen Umfeld angesiedelt sind.⁴⁰⁴

⁴⁰² Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.148; Posch (2011), S.293f.

⁴⁰³ siehe Pümpin (1986)

⁴⁰⁴ Vgl. Posch (2011), S.202

		Ausprägungen			
Beschriebene Energieaspekte	Energiequalität	Reaktiv	Proaktiv betriebsintern		Proaktiv betriebsintern- und extern
	Energieeffizienz	Good Housekeeping	Technologie/ Prozess Optimierung	Technologie-innovation	Eingriff ins Produktdesign
	Flexibilität	Technisch	Organisatorisch	Vertraglich	Kombiniert
	Umwelt	Vermeidung	Verminderung	Verwertung	Beseitigung
Weitere Aspekte	Eigenstrom-erzeugung	Eigenbetrieb	Contracting		Keine
	Organisation Energiemanagement	Vollständige Integration	Bereichs-organisation	Stabs-organisation	Kombiniert

Tabelle 11: Ausprägungen der Beeinflussungsparameter zur energieorientierten Produktionsstrategie⁴⁰⁵

Die möglichen Ausprägungen von Energieeffizienz und Umwelt wurden bereits in Kapitel 4.2 diskutiert. Daneben befindet sich noch der Aspekt der Flexibilität, der in seinen Grundzügen technischer oder ökonomischer Natur sein kann (siehe Abschnitt 3.3.2) mit dem Ziel die Produktion schnell und, im besten Falle ohne Investitionen, an veränderte Umstände anzupassen. Die Basis ökonomischer Flexibilität besteht in jedem Fall in der technische Flexibilität. Bedingt durch die energiewirtschaftlichen Spezifika ergeben sich neben der technischen Flexibilität zusätzlich die Möglichkeiten der organisatorischen Flexibilität (z.B. gestaffeltes Anfahren von Produktionsanlagen) und der vertraglichen Flexibilität (z.B. die vom EVU vergütete Rückeinspeisung von elektrischem Strom ins öffentliche Stromnetz).

Bedingungen in den Gestaltungsausprägungen

Einige der aufgezählten Ausprägungen bedingen Einschränkungen anderer Ausprägungen, welche bei der Konzeptauswahl berücksichtigt werden müssen. So wird beispielsweise die betriebsintern und -extern proaktiv ausgerichtete Ausprägung der Energiequalität durch den damit zu erwartenden erhöhten Arbeitsaufwand keine vollständige Integration des Energiemanagements mehr zulassen. Genauso erfordert

⁴⁰⁵ Vgl. Posch (2011), S.204f.; Hopfenbeck (1990), S.73f.; Nosko (1986), S.83ff.

eine Anlage zur Eigenstromerzeugung, wie auch in Kapitel 5.2.2 beschrieben, abhängig von der Größe sowie der Komplexität im Betrieb eine Bereichs- oder Stabsorganisation des Energiemanagements. Weiters wirken auch die Punkte Energieeffizienz und Umwelt restriktiv aufeinander. Bei einer Veränderung des Produktdesigns aus Gründen der Energieeffizienz wird auch die Umweltseite nicht nur durch eine reine Beseitigungsstrategie charakterisiert werden.

Auswirkungen energieorientierter Konzepte

Nach der Aufgliederung der Handlungsalternativen im strategischen Kontext stellt sich die Frage, welche Auswirkungen sich dadurch auf die Unternehmung ergeben. Hierbei ist wiederum die Entwicklungsstufe der Unternehmung im Bezug auf Energie- und Umweltbewusstsein von hoher Bedeutung. Je stärker dieses Thema bereits in die Unternehmung integriert ist, desto vorhersehbarer werden die Auswirkungen der neu entwickelten energieorientierten Konzepte ausfallen. Auswirkungen, die sich typischerweise aus der (verstärkten) Energieorientierung einer Produktionsstrategie ergeben:⁴⁰⁶

- Neue bzw. modifizierte Prozesstechnologien
- Neue bzw. modifizierte Betriebsmittel
- Veränderungen im Produktionslayout
- Erfassung neuer Verbesserungspotentiale durch gesteigertes Energie- und Umweltbewusstsein
- Erhöhung der Komplexität von Produktionsplanung und -steuerung
- Erhöhung der Komplexität im Produktionsprozess durch Einschleusung von Recyclingmaterial
- Beeinflussung der Kostenstruktur von Produktionsstandorten durch lokale und regionale Energie- und Umweltregulierungen
- Veränderung der Gewichtung von Standortfaktoren durch energie- und umweltrelevante Kosten
- Veränderte Standortverteilung der Produktionskapazitäten um Energie- und Umweltvorgaben einzuhalten
- Veränderung der Kapazitätsanforderungen
- Veränderung der Kapazitätsflexibilität
- Veränderung der Unternehmungskultur notwendig zur Festigung sowie Ausbau des Energie- und Umweltbewusstseins
- Notwendigkeit von Mitarbeiterschulung in Energie- und Umweltthemen

⁴⁰⁶ Vgl. Johansson/Winroth (2010), S.890

- Notwendigkeit zur Motivation von Mitarbeitern
- Barrieren in der Kooperation zwischen Energiebereich und anderen Unternehmungsbereichen
- Notwendigkeit zur verstärkten inter- und intraorganisatorischen Kooperation

5.2.5 Konzeptbewertung (Modellschritt 4)

Nach Ableitung unterschiedlicher Konzeptvarianten müssen diese im nachfolgenden Modellschritt auf ihre Verträglichkeit mit der übergeordneten Strategieebene hin überprüft und bewertet werden.

Dazu bieten sich drei Ansätze zur Bewertung an:⁴⁰⁷

Der erste Ansatz beschreibt die klassischen Kosten- und Erlösverfahren. Da die energieseitigen Kosten (über die Energiebezugskosten hinaus) oftmals schwer abgrenzbar und damit erfassbar sind, eignet sich diese Variante nur bedingt zur Bewertung der Konzeptvarianten.

Im zweiten Ansatz werden wertorientierte Ansätze genannt. Diese bewerten den Beitrag eines energieorientierten Produktionssystems bzw. Produktionsstrategie zur Steigerung des Unternehmungswerts bzw. des Shareholder Value. Hauptproblematik in diesem Verfahren sind die fehlenden kausalen Zusammenhänge durch die hohe Anzahl an Einflüssen. Daher führt diese Variante nur in Sonderfällen zu schlüssigen und nachvollziehbaren Ergebnissen.⁴⁰⁸

Die beiden erstgenannten Bewertungsansätze erscheinen aus den genannten Gründen als wenig geeignet. Daher soll in weiterer Folge eine Bewertung nach Nutzwertorientierung stattfinden. Das bekannteste Verfahren stellt die Nutzwertanalyse nach ZANGEMEISTER⁴⁰⁹ dar.

Die Nutzwertanalyse (NWA) nach ZANGEMEISTER

„Die Nutzwertanalyse ist die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung dieser Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen.“⁴¹⁰ Der sich ergebende Nutzwert baut auf dem

⁴⁰⁷ Vgl. Stugger (2008), S.177f.

⁴⁰⁸ Vgl. Hess (2002), S.216f.

⁴⁰⁹ Vgl. Zangemeister (1971), S.55ff.

⁴¹⁰ Zangemeister (1971), S.45

Wertbegriff auf, woraus sich die Vorzugswürdigkeit eines Objektes bzw. einer Planungsalternative ableiten lässt.⁴¹¹

Vor Durchführung der Nutzwertanalyse muss eine Vorauswahl der Handlungsalternativen mit der Reduzierung auf eine überschaubare Menge erfolgen. Dies ist notwendig, da die NWA sonst zu hohem Aufwand bei geringer Übersichtlichkeit verursacht.⁴¹² Diese Vorselektion passiert im Modellschritt 3.

Wichtig bei der Durchführung einer NWA ist die Berücksichtigung einer gewissen Formalstruktur, da ansonsten die angestrebte Ordnung der Objektmenge nur schlecht erreichbar ist.⁴¹³

Das Vorgehen in einer NWA lässt sich in fünf Schritte gliedern:⁴¹⁴

- 1) Bestimmung der Entscheidungskriterien/ Ziele des Projekts (siehe Modellschritt 2)
- 2) Festlegung und Gewichtung der einzelnen Ziele
- 3) Beurteilung der Entscheidungsalternativen im Hinblick auf ihren Beitrag zur Erreichung der einzelnen Ziele (Teilnutzwert)
- 4) Ermittlung des Nutzwertes der einzelnen Alternativen
- 5) Beurteilung der absoluten und relativen Vorteilhaftigkeit

Die definierten Zielkriterien werden in der ersten Spalte der *Zielertragsmatrix*⁴¹⁵ eingetragen und durch ein Team zueinander gewichtet. Die Summe der Haupt- bzw. Unterkriterien sollte dabei 100 ergeben. In der ersten Zeile werden horizontal die unterschiedlichen Konzeptvarianten, die aus Modellschritt 3 hervorgehen, zusammen mit den abgeschätzten Werten des Zielsystems eingetragen. Danach wird diese Kennzahl in eine Bewertungsnote überführt. Dies passiert mit Hilfe der „*Zielwertmatrix*“⁴¹⁶. Durch die Multiplikation mit der entsprechenden Gewichtung der jeweiligen Zielkriterien ergeben sich Teilnutzwerte, die als gewichtete Summe den Gesamtnutzwert einer bewerteten Konzeptvariante ergeben. Aus diesem

⁴¹¹ Vgl. Zangemeister (1971), S.45

⁴¹² Vgl. Hoffmeister (2000), S.280

⁴¹³ Vgl. Bechmann (1978), S.224

⁴¹⁴ Vgl. Rüegg-Stürm/Sander (2009), S.207f.

⁴¹⁵ Zangemeister (1971), S.73

⁴¹⁶ Zangemeister (1971), S.73

Gesamtnutzwert kann in weiterer Hinsicht eine Rangfolge auf Basis der Vorteilhaftigkeit abgeleitet werden.⁴¹⁷

Die Systematik der NWA findet sich in der nachfolgenden Abbildung nochmals.

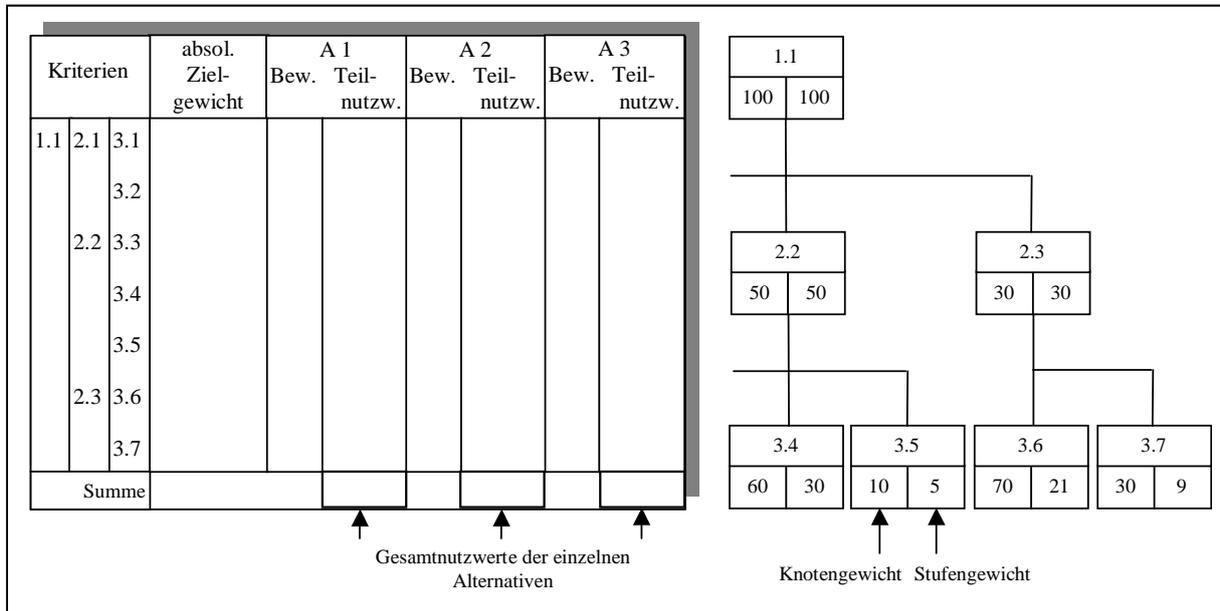


Abbildung 42: Schema der Nutzwertanalyse⁴¹⁸

Durchgeführt werden kann die Nutzwertanalyse von einer oder mehreren Personen. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die zu berücksichtigenden Bewertungskriterien sowie deren Gewichtung gelegt werden, da hierdurch eine wesentliche Beeinflussung des erreichbaren Nutzwertbeitrags passiert.⁴¹⁹ Bei umfangreicheren Nutzwertanalysen ist auch eine Bewertung von Teilbereichen durch die jeweiligen Fachexperten denkbar.⁴²⁰ Ein wesentlicher Nachteil gegenüber anderen Bewertungsmethoden ist die Subjektivität bei der Bewertung von Zielen und Konzeptalternativen. Weiters stellt der unter Umständen hohe Aufwand zur Ermittlung von Daten und Kennzahlen eine gewisse Problematik dar.⁴²¹

⁴¹⁷ Vgl. Zangemeister (1971), S.72ff.; Hess (2002), S.217f. und Stigger (2008), S.178f.

⁴¹⁸ Wohinz et al. (2010), S.3-13

⁴¹⁹ Vgl. Hess (2002), S.218

⁴²⁰ Vgl. Zangemeister (1971), S.171

⁴²¹ Vgl. Hess (2002), S.218

5.2.6 Auswahl, Gestaltungs- und Umsetzungsplanung (Modellschritt 5)

Die Ausformulierung des Konzepts zur energieorientierten Produktionsstrategie bildet den Abschluss des vorgestellten Modells. Auf Basis der ermittelten Nutzwerte ist es den Entscheidungsträgern möglich, eine Auswahlentscheidung zugunsten einer der Konzeptvarianten zu treffen. In weiterer Folge kann die ausgewählte Variante einer Umsetzung zugeführt werden oder, unter Berücksichtigung weiterer Aspekte, noch detaillierter untersucht werden. Bei der Umsetzungsplanung des ausgewählten Konzepts dienen die in Modellschritt 3 festgelegten Ausprägungen als Gestaltungsempfehlung in den einzelnen Handlungsfeldern.⁴²² Eine konsequente Implementierung der erarbeiteten strategischen Konzepte stellt in der Praxis häufig die größte Herausforderung dar. Dabei entscheidet dieser Schritt über Erfolg oder Misserfolg eines Strategieentwicklungsprozesses. Von eminenter Bedeutung ist die Einbindung der verantwortlichen Führungskräfte in die Analyse- und Konzepterarbeitungsphase. Weiters ist die fehlende Operationalisierung der Konzepte in der Implementierung ein häufiger Grund zum Scheitern. Oftmals bleiben konzeptionelle Ergebnisse auf einem zu hohen Abstraktionsniveau stecken, wodurch den für die Umsetzung verantwortlichen Mitarbeitern die konkreten Vorgaben fehlen.⁴²³ Daher empfiehlt es sich, diese Vorgaben in Form eines Maßnahmenplans mit abgeleiteten Prioritäten in einem Katalog abzubilden.⁴²⁴

Strukturierung und Bewertung der Maßnahmen

Ein Maßnahmenkatalog muss daher beinhalten, wer welche Beiträge bis wann umzusetzen hat und was das erwartete Ergebnis sein soll. Dies stellt die grundsätzliche Formalstruktur dar.⁴²⁵

Da jede Anpassung oder Neugestaltung eines Konzepts Veränderungen in der Unternehmung bewirken, ist es von hoher Bedeutung, die Zweckmäßigkeit bzw. Notwendigkeit derselben möglichst allen Beteiligten verständlich und nachvollziehbar

⁴²² Vgl. Stugger (2008), S.184

⁴²³ Vgl. Hoffmann/Klien/Unger (1995), S.304

⁴²⁴ Vgl. Wohinz (2003), S.363

⁴²⁵ Vgl. Hoffmann/Klien/Unger (1995), S.304f.

zu machen.⁴²⁶ Die Maßnahmen werden daher in Anlehnung an die Einteilung von Barrieren nach WOHINZ/MOOR⁴²⁷ in die Kategorien

- Technologie,
- Ökonomie,
- Organisation sowie
- Recht

strukturiert. Nicht berücksichtigt wird der Punkt der Soziopsychologie, da sich aufgrund der Abgrenzungen in der vorliegenden Arbeit (Produktionsstrategiefelder, Energieaspekte) daraus keine energiewirtschaftlichen Maßnahmen ableiten lassen. Des Weiteren ist dieser Punkt über die Organisation implizit berücksichtigt.

Im Bezug auf **technische Maßnahmen** gilt es, zwischen Querschnittstechnologien und spezifischen Produktionstechnologien zu differenzieren.

Zu den typischen Querschnittstechnologien sind beispielsweise Lüftungs-, Druckluft- oder auch Klima- bzw. Kälteanlagen zu zählen. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die Energiekosten über die Lebensdauer dieser Anlagen den größten Anteil an den Gesamtkosten einnehmen.⁴²⁸ Betrachtet man hingegen Produktionstechnologien, lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Prozesstechnologien, Produktionsanlagen, Produkthanforderungen etc. keine Einheitslösungen ableiten.

Ökonomisch gesehen soll der betriebliche Energiefluss mit den Teilelementen Energiebeschaffung, Energieumwandlung und -verteilung, Energienutzung, sowie Energieabgabe als Basis für die Erarbeitung von Maßnahmen fungieren.

Im Feld **Organisation** kann zwischen Aufbau und Ablauf unterschieden werden. Im Aufbau bedarf es der Unterscheidung zwischen Integration und Separation von Energiemanagement in der Planungs- und Ausführungsebene. Von Seiten des Ablaufs stellt sich die Frage, wie auf Planungsebene zu koordinieren und wie auf Ausführungsebene zu motivieren ist.

Rechtlich gesehen wird unterteilt in Energiesourcing, Netzbezogen sowie Energieträgerbezogen.

Eine gesamthafte Darstellung der Grundstruktur eines Maßnahmenkatalogs findet sich in Abbildung 43.

⁴²⁶ Vgl. Wohinz (2003), S.97

⁴²⁷ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.199f.

⁴²⁸ Vgl. Schmid et al. (2003), S.1ff.

		Maßnahmenfelder			
		MAßNAHME	WER?	WANN?	ERGEBNIS/ ZIEL?
Rechtlich		Energiesourcing			
		Netzbezogen			
		Energieträgerbezogen			
Organisatorisch	Ablauf	Koordination			
		Motivation			
	Aufbau	Integration			
		Separation			
Ökonomisch		Energiebeschaffung			
		Energieumwandlung und -verteilung			
		Energieverwendung			
		Energieabgabe			
Technisch	Produktions- technologie	Anlagenbezogen			
		Prozessbezogen			
		Produktbezogen			
	Querschnitts- technologie	...			
		Druckluft			
		Belüftung			
		Antriebe			

Abbildung 43: Strukturierung des Maßnahmenkatalogs⁴²⁹

⁴²⁹ In Anlehnung an Wohinz/Moor (1989), S.38f.; Schmid et al. (2003), S.3; Posch (2011), S.230ff. und Hoffmann/Klien/Unger (1995), S.304f.

Nach der Befüllung des Maßnahmenkatalogs (Präzisierung und Festlegung von Maßnahmen zur Erreichung der strategischen Ziele) steht man vielfach einer großen Anzahl an Vorschlägen gegenüber. Aus dieser Fülle an Maßnahmenvorschlägen müssen die vorteilhaftesten gefunden werden. In der Praxis hat sich zur Lösung dieser Aufgabe die sogenannte MOSES-Analyse etabliert. Darin werden die Maßnahmen hinsichtlich

- Operationalität,
- Schnelligkeit der Wirksamkeit und
- Effektivität

bewertet. Die Operationalität ist in diesem Zusammenhang als Maß für die ausreichende Präzisierung einer Maßnahme zu verstehen. Damit soll verhindert werden, dass unpräzise Maßnahmen verabschiedet werden, die nicht auf ihren Erfolg hin überprüft werden können. Das Kriterium „Schnelligkeit der Wirksamkeit“ hat zu Beginn eines Strategieumsetzungsprozesses eine wichtige Bedeutung. Durch schnelle und damit frühe Erfolge in der Umsetzung kann die Dynamik des Prozesses positiv beeinflusst werden und die Motivation aller Beteiligten steigt. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass gewisse Maßnahmen Vorbildcharakter einnehmen und deshalb trotz späterer Wirksamkeit ihre Umsetzungsberechtigung haben. Effektivität bildet damit eine operationalisierte Maßnahmenformulierung vorausgesetzt das entscheidende Kriterium zur Ressourcenallokation.⁴³⁰ Mit Hilfe dieser Analyse kann der Einsatz knapper Ressourcen (Managementkapazität, Finanzmittel) möglichst effektiv (mit größtmöglichem Beitrag zur Zielerreichung) gestaltet werden.⁴³¹

5.3 Zusammenfassung

In Kapitel 5 der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, wie ein Vorgehen zur Integration von Energieaspekten in die Produktionsstrategie ausgestaltet werden kann. Dabei wurde vorab die theoretische Einordnung anhand des Modells Integriertes Management nach BLEICHER, sowie die praxisrelevante Einordnung anhand der DIN EN ISO 50001 vorgenommen. Dieses sechsstufige Vorgehensmodell, in Anlehnung an WOHINZ, ist als Methode zur Strategieplanung und -konzepterstellung zu verstehen.

⁴³⁰ Vgl. Hoffmann/Klien/Unger (1995), S.305

⁴³¹ Vgl. Mann (1989), S.52 in Hoffmann/Klien/Unger (1995), S.305

Modellschritt 0: Anstoß

Im Modellschritt 0 wurden die möglichen Arten von Anstoß zur Auslösung eines Strategieformulierungsprozesses diskutiert. Weiters konnte gezeigt werden, für welche Typen von Unternehmung, in Abhängigkeit des Energie- und Umweltbewusstseins, sowie der Entwicklungsstufe der Produktionsstrategie eine Anwendung des beschriebenen Modells sinnvoll ist und einen Mehrwert generieren kann. In dieser Betrachtung konnte die Anwendergruppe auf die Typen Benchmarker und Integrator sowie, in begrenztem Maße für Reagierende, eingegrenzt werden.

Modellschritt 1: Situationsanalyse

Im Rahmen der Situationsanalyse wurden die bestimmenden Einflussfaktoren herausgearbeitet und deren Einwirkung auf das energieorientierte Produktionssystem beschrieben. Als Einflussfaktoren des Mikroumfelds wurden

- Produktspezifische Einflussfaktoren
- Produktionsprozessspezifische Einflussfaktoren
- Standortspezifische Einflussfaktoren
- Anlagenspezifische Einflussfaktoren sowie
- Energiewirtschaftliche Einflussfaktoren

identifiziert. Die Einflussfaktoren des Makroumfelds wurden gegliedert in ökonomische, technologische, ökologische sowie gesellschaftliche und politische Einflussfaktoren. Danach kam eine Portfolioanwendung zur Diskussion, die, abhängig von der Betrachtungsausprägung, eine unterschiedliche Berücksichtigung der nachfolgenden Modellschritte erfordert. Im Falle einer Gesamtheitlichen oder Selektiven Betrachtung können die weiteren Schritte, wie im Ablauf vorgesehen, durchgeführt werden. Bei der Isolierten Betrachtung kann direkt zum Modellschritt 5, genauer gesagt, zum Maßnahmenkatalog gesprungen werden, um eine Optimierung des jeweilig betrachteten Bereichs durchführen zu können.

Modellschritt 2: Ableitung eines abgestimmten Zielsystems

Im Modellschritt 2 wurde die Darstellung eines Zielsystems mit der Hilfe eines Energiekennzahlensystems diskutiert. Im Detail wurde dazu das Energiekennzahlensystem nach BAUER vorgestellt.

Modellschritt 3: Variantenausarbeitung

Nach den Ausführungen zum Zielsystem wurden im Modellschritt 3 die möglichen Konzeptvarianten dargestellt. Dazu wurde auf die Logik der Morphologischen Matrix

zurückgegriffen, um die Parameter, die im Rahmen einer energieorientierten Produktionsstrategie mit unterschiedlichen Ausprägungen auszugestalten sind, darzustellen. Die Parameter, die sich in dieser Betrachtung ergaben, waren:

- Energiequalität
- Energieeffizienz
- Flexibilität
- Umwelt/Emissionen
- Eigenstromerzeugung
- Organisation Energiemanagement

Nach Beschreibung der unterschiedlichen Ausprägungen je Strategiefeld, wurde gezeigt, welche Auswirkungen eine verstärkte Energieorientierung auf die Unternehmung haben kann. Zum Abschluss der Variantenausarbeitung fanden noch die möglichen Konflikte bzw. Bedingungen in der Gestaltungsausprägung Aufmerksamkeit.

Modellschritt 4: Variantenbewertung

Für die Bewertung der Konzeptvarianten wurden die grundsätzlichen Methoden (Kosten-Erlösverfahren, Wertorientiertes Verfahren und Nutzwertorientiertes Verfahren) auf ihre Anwendbarkeit hin überprüft. Dabei konnten die Nutzwertorientierten Verfahren als am besten geeignete identifiziert werden. Als bekanntester Vertreter dieser Gattung wurde die Nutzwertanalyse im Detail vorgestellt.

Modellschritt 5: Auswahl, Gestaltung und Umsetzungsplanung

Modellschritt 5 bildet den Abschluss dieser Modellbetrachtung. Darin wird die Entscheidung für eine Konzeptvariante auf Basis der Empfehlung aus Modellschritt 4 getroffen oder weitere Analysen angestellt. Im Falle der Entscheidung zur Umsetzung, empfiehlt sich im weiteren Verlauf ein Maßnahmenkatalog, der die abstrakten Gestaltungsempfehlungen der strategischen Betrachtung auf die operative Ebene überführt. Dazu wird die formale und inhaltliche Grundstruktur eines Maßnahmenkatalogs mit anschließender Prioritätenreihung vorgestellt.

Im Abschnitt 6 dieser Arbeit soll das vorgestellte theoretische Modell im Rahmen von Interviews mit Experten aus der Praxis einer Validierung zugeführt werden.

6 Empirische Erhebung

Entsprechend des Forschungsdesigns nach WOHINZ⁴³² (siehe Abbildung 3) ist zur Validierung der theoretischen Modellbildung aus Kapitel 5 eine empirische Erhebung vorgesehen. Zunächst werden in diesem Kapitel die Rahmenbedingungen erläutert, die sich aus den theoretischen Grundlagen zu empirischen Erhebungen sowie der Kategorisierung der untersuchten Unternehmungen zusammensetzen. Danach wird auf die Ergebnisse der Interviews eingegangen und abschließend eine Zusammenfassung der erhobenen Daten und Informationen dargestellt.

6.1 Rahmenbedingungen

Eine empirische Erhebung, sofern diese in der wissenschaftlichen Arbeit vorgesehen ist, kann quantitativ, qualitativ oder kombiniert durchgeführt werden.⁴³³

Der Vorteil **quantitativer** Methoden ist insbesondere in der geringeren Beeinflussung der Konklusionen durch Einzelmeinungen zu sehen. Jedoch sind nur Fragestellungen einsetzbar, die mit der quantitativen Ergebnisauswertung korrelieren.⁴³⁴

Eine **qualitative** Erhebungsmethode bietet sich dann an, wenn Fragestellungen sehr spezifisch beantwortet werden sollen. Qualitative Methoden zeichnen sich durch eine überschaubare Anzahl an Untersuchungseinheiten aus, die detailliert untersucht werden. Typische Durchführungsformen dieses Ansatzes sind Interview und Fallstudie.⁴³⁵ Das Interview stellt dabei die wichtigste Methode dar, um diese Erhebungsmethode strukturiert oder unstrukturiert durchzuführen.⁴³⁶ Eine besondere Form des Interviews ist das Experteninterview. Dieses empfiehlt sich u.a. immer dann, „*wenn [...] mehrere unterschiedliche Themen behandelt werden müssen, die*

⁴³² Vgl. Wohinz (2009), S.12

⁴³³ Vgl. Wohinz et al. (2009), S.7

⁴³⁴ Vgl. Steinar (2005), S.64f.

⁴³⁵ Vgl. Bortz/Döring (2006), S.110 und Wohinz et al. (2009), S.9f.

⁴³⁶ Vgl. Forza (2002), S.152ff.

durch das Ziel der Untersuchung und nicht durch die Antworten des Interviewpartners bestimmt werden.⁴³⁷

In einer dritten Variante, der **kombinierten** Erhebung, werden quantitative und qualitative Methoden verknüpft, um die Vorteile beider Ansätze zu nutzen. In der Regel ist dies mit Mehraufwand verbunden.⁴³⁸

Zur Durchführung der empirischen Erhebung in der vorliegenden Arbeit wurde eine qualitative Methode, das Interview, in einer „*teilstandardisierten*“⁴³⁹ Variante gewählt. Im Gegensatz zur standardisierten bzw. halbstandardisierten Variante sind Antwortmöglichkeiten und/oder Fragewortlaut und -reihenfolge nicht vorgegeben. Dadurch kann sich das Interview einem natürlichen Gesprächsverlauf annähern.⁴⁴⁰

In Tabelle 12 findet sich ein Überblick zu den theoretischen Rahmenbedingungen der empirischen Erhebung.

Kriterium	Ausführung
Ansatz	Qualitativ
Durchführungsform	Persönliches Leitfadeninterview
Zweck	Empirische Erhebung zur Ergänzung der Modellbildung
Ergebnisdokumentation	Verbal, Graphisch

Tabelle 12: Rahmenbedingungen zur empirischen Erhebung

Nach der Definition der theoretischen Rahmenbedingungen bedarf es einer Festlegung der Auswahlkriterien, nach denen die Empiriepartner ausgewählt wurden.

Auswahl der Partner für die empirische Erhebung

Das entscheidende Kriterium zur Auswahl der Fallbeispiele ist die vorherrschende Energieintensität, determiniert durch die eingesetzten Produktionsprozesse und Produktionsanlagen, gemäß der Definition „[...] *Relation zwischen Energieverbrauch und Wertschöpfung* [...]“⁴⁴¹.

⁴³⁷ Gläser/Laudel (2004), S.107

⁴³⁸ Vgl. Wohinz et al. (2009), S.12f.

⁴³⁹ Gläser/Laudel (2004), S.39

⁴⁴⁰ Vgl. Gläser/Laudel (2004), S.39

⁴⁴¹ Gabler Wirtschaftslexikon (2004), S.876

Unter Berücksichtigung der Haupteinflussgrößen auf das Energiemanagement, Unternehmungsgröße und Energieintensität, kann zwischen vier Grundtypen von Industriebetrieben differenziert werden. Diese unterscheiden sich in der organisatorischen Differenzierung, als auch in der energiespezifischen Ausprägung. Größere Unternehmungen schaffen einen höheren Grad der Formalisierung in den Prozessen und Abläufen und verfügen über eine höhere organisatorische Integration des Energiemanagements.⁴⁴²

Der höhere Grad an Formalisierung in großen Organisationen ist für die Auswahl der Fallbeispiele insofern von Bedeutung, als dass hierdurch von einer stärkeren Standardisierung von Prozessen und Arbeitsabläufen innerhalb der betrachteten Unternehmung auszugehen ist. Das heißt, es wird durch die Vorgabe formaler Regelungen das Verhalten von Organisationsmitgliedern bewusst in vorher festgelegte Bahnen gedrängt und klar an Zielen ausgerichtet. Somit werden bestimmte Handlungen zur Erwartung gemacht. Dadurch können selbst in der Hektik des Tagesgeschäfts optimale Lösungen generiert werden und das Ergebnis des Outputs wird für externe als auch interne Handlungsträger besser vorhersehbar und damit verwertbar.⁴⁴³

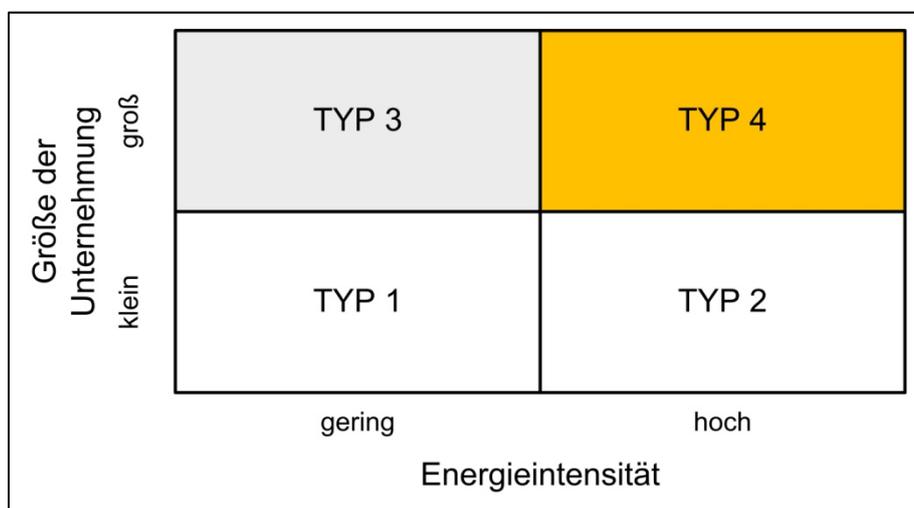


Abbildung 44: Typologische Gliederung nach Unternehmungsgröße und Energieintensität⁴⁴⁴

⁴⁴² Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.228f.

⁴⁴³ Vgl. Schreyögg (2012), S:15f.

⁴⁴⁴ In Anlehnung an Wohinz/Moor (1989), S.228

Für die empirische Erhebung sind daher insbesondere Typ 4 Unternehmungen interessant. Zur Identifikation der relevanten Branchen wurde die ÖNACE 2008 (Österreichische Ausführung der *Nomenclature Européenne des Activités Economiques*) auf Basis der EU Verordnung 1893/2006 herangezogen. Danach werden die wirtschaftlichen Aktivitäten in Österreich eingeteilt. Wie in Tabelle 13 ersichtlich, wurden Industriezweige bis zu einem Energieeinsatz⁴⁴⁵ größer 6% berücksichtigt. Damit werden, entsprechend der Einteilung der Hauptgruppen von Industriebetrieben nach KALVERAM⁴⁴⁶, die Industriezweige im Bereich der **Rohstoffherzeugung**, ausgenommen Gewinnungsbetriebe, größtenteils abgebildet. Um den Blickwinkel in der Untersuchung zu verbreitern, wurden neben der energieintensiven Industrie ergänzend zwei Vertreter aus dem Bereich der **Be- und Verarbeitungsbetriebe** in die empirische Erhebung aufgenommen (entspricht Typ 3 in der typologischen Gliederung).

Gruppe nach ÖNACE 2008	Bezeichnung	Energieeinsatz [%]
17.1	Herstellung von Holz-/Zellstoff, Papier und Karton	10,2
20.1	Herstellung von chemischen Grundstoffen	11,3
23.1	Herstellung von Glas und Glaswaren	6,1
23.2	Herstellung von feuerfesten keramischen Waren	8,8
23.5	Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips	18,7
23.6	Herstellung von Beton-, Zement- und Gipszeugnissen	6,2
24.1	Roheisen- und Stahlerzeugung	13,1

Tabelle 13: Identifikation der energieintensiven Industriezweige⁴⁴⁷

⁴⁴⁵ Der Energieeinsatz bezieht sich auf den jeweiligen Gesamtproduktionswert.

⁴⁴⁶ Kalveram (1969) in Wohinz et al. (2010), S.1-8

⁴⁴⁷ Vgl. Statistik Austria (2011); Zugriffsdatum 4.6.2012

Zu der Gruppe der energieintensiven Industrie können demnach typischerweise folgende Zweige gezählt werden.⁴⁴⁸

- Baustoffindustrie
- Chemische Industrie
- Eisen- und Stahlindustrie
- Glasindustrie
- NE- Metallindustrie
- Papierindustrie
- Keramikindustrie

Aus der Gruppe der energieintensiven Industrien konnten Vertreter der Baustoffindustrie, der Papierindustrie, der Stahlindustrie und der Keramikindustrie zur Teilnahme an der empirischen Erhebung gewonnen werden. Zusätzlich wurden zwei Vertreter der metallverarbeitenden Industrie (Automobilzulieferer) in die empirische Erhebung aufgenommen.

Ablauf und Zielsetzung der Interviews

Die empirische Erhebung wurde in sechs Unternehmungen mit insgesamt sieben Interviews durchgeführt. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse war der Ablauf der Interviews mittels Leitfaden einheitlich gestaltet. Im Vorfeld der Gespräche wurde den Interviewten, zur Möglichkeit der Vorbereitung, der Interviewleitfaden (siehe Anhang) zugeschickt. Das Interview selbst wurde in vier Abschnitte gegliedert: Im **ersten Abschnitt** erfolgte eine Vorstellung aller beteiligten Personen sowie der zugrunde liegenden organisatorischen Rahmenbedingungen. Dabei wurde auch auf die Zielsetzung des Interviews eingegangen. Im **zweiten Abschnitt** wurde die aktuelle Situation der Unternehmung bzw. des Standorts im Bezug auf Energie, Produktion sowie der Verknüpfung der beiden Themengebiete abgefragt. Dabei konnten in den meisten Fällen bereits erste Implikationen für die Anwendbarkeit des Modells abgeleitet werden. Der **dritte Abschnitt** diente zur Vorstellung des theoretischen Modells. Der **vierte Abschnitt** beinhaltete Fragen, bezogen auf das theoretische Modell. Weiters wurde den Interviewten die Möglichkeit geboten, Feedback auf das vorgestellte theoretische Modell hinsichtlich Verständlichkeit,

⁴⁴⁸ Vgl. Wohinz/Moor (1989), S.8f. und „Die Energieintensiven Industrien in Deutschland, Zugriffsdatum: 18.7.2012

Nachvollziehbarkeit, Mehrwert für die Unternehmung sowie Limitierung in der Anwendung zu geben.

Die zugrunde liegende Zielsetzung der Interviews bestand einerseits in der

- **Beschreibung der Ist-Situation der Unternehmung mit Fokus auf den Faktor Energie in der Produktionsstrategie** und andererseits dem
- **Aufzeigen der Anwendbarkeit des beschriebenen Vorgehensmodells** und daraus abgeleitet dem Mehrwert durch die Modellanwendung.

6.2 Fallbeispiele mit hoher Energieintensität

Papierindustrie

Der Sektor der Papier und Zellstoffindustrie ist global gesehen der viertgrößte Energieverbraucher, mit einem Jahresenergieverbrauch von 164 Mtoe.⁴⁴⁹ Energie kommt in den Produktionsprozessen der Papierindustrie neben dem Einsatz von Wasser und Zellstoff die dritthöchste Bedeutung zu.⁴⁵⁰

Interview

Interviewpartner:

- Technischer Werksleiter
- Technischer Einkäufer/ Energiemanager
- Technischer Einkäufer
- Technischer Konsulent (Betriebsdirektor a.D.)

Das Interview wurde am 22.5.2012 durchgeführt. Der wirtschaftliche Zweck der Unternehmung besteht, laut Eigendefinition, in der Produktion von Halbprodukten, die weiterverarbeitet werden zu Kartonverpackungen für Lebensmittel, Sekundärverpackungen oder anderen Verpackungsschachteln.

Das Energiemanagement ist als eigene Abteilung in die Aufbauorganisation der Unternehmung integriert und direkt der technischen Werksleitung unterstellt. Damit sind die Aufgaben Energiebeschaffung und Recycling direkt im Verantwortungsbereich der technischen Werksleitung. Die vorherrschenden, von extern bezogenen

⁴⁴⁹ Vgl. International Energy Agency (2010), S.189

⁴⁵⁰ Vgl. I P C C -Richtlinie (2001), S.3

Energieträger am Standort sind Erdgas und elektrischer Strom. Weiters wird Diesel zum Betrieb der Diesellok bzw. der Stapler eingesetzt. Erdgas wird zu einem großen Anteil (ca. 90%) zur Verstromung in einer eigenen KWK Anlage eingesetzt. Mehr als die Hälfte des eingesetzten elektrischen Stroms (ca. 56%) wird damit aus Eigenproduktion bezogen. Bezogen auf elektrischen Strom hat der Standort eine durchschnittliche Bezugsleistung von 10MW. Über die Eigenstromanlage werden noch einmal zwischen 10-18MW bereitgestellt. Der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten am Standort nimmt 10-15% ein.

Auf die Frage nach den wichtigsten Energieaspekten wurden die Punkte Qualitative Energieversorgung, Energiekosten und -effizienz sowie Umweltverträglichkeit hervorgehoben. Der Aspekt der Flexibilität wurde nur mit mittlerer Bedeutung eingestuft, da in der Produktion Flexibilität aufgrund der Größe der eingesetzten Anlagen (Anlaufverluste durch hohe Rüstzeiten) nur bedingt möglich ist, genauso wie der zusätzlich genannte Aspekt der erneuerbaren Energie. Entsprechend der nachfolgend abgebildeten Diagramme wurden die einzelnen Energieaspekte bewertet.

Die Frage nach der Abstimmung zwischen Energie- und Produktionsmanagement konnte positiv beantwortet werden. Nach der Detaillierung der Produktspezifikationen mit dem Kunden werden die nötigen Produktionsparameter angepasst, um die Herstellung des Produkts zu ermöglichen. Aus diesem Produktionsplan zieht ein automatisiertes Energie-Management-System Energiekennzahlen, was auf Basis von Erfahrungswerten passiert. Mit Hilfe dieser Daten entwickelt der Energiemanager, in Abstimmung mit den jeweiligen EVUs bzw. Netzbetreibern, die notwendigen Energiefahrpläne. Während der Produktion erfolgt ein IST-SOLL Abgleich hinsichtlich Spitzenleistung auf Basis viertelstündlicher Messwerte.

Energieeffizienz spielt in den Produktionsprozessen eine eher untergeordnete Rolle. Die Verbesserung der Energieeffizienz wird daher nur in einem Maße angestrebt, in dem die Prozessstabilität nicht beeinträchtigt wird. Allerdings wird in Nebenprozessen und -anlagen Energieeffizienz durch organisatorische Maßnahmen (Niedertarifnutzung etc.) als auch durch technische Maßnahmen in möglichst großem Umfang ausgenutzt.

Um sowohl die Versorgungssicherheit, als auch die Flexibilität zu erhöhen, verfügt die Unternehmung am Standort über Anlagen zur Eigenstromerzeugung. Diese

ermöglichen bei Bedarf auch einen Inselbetrieb, unabhängig von externer Stromversorgung.

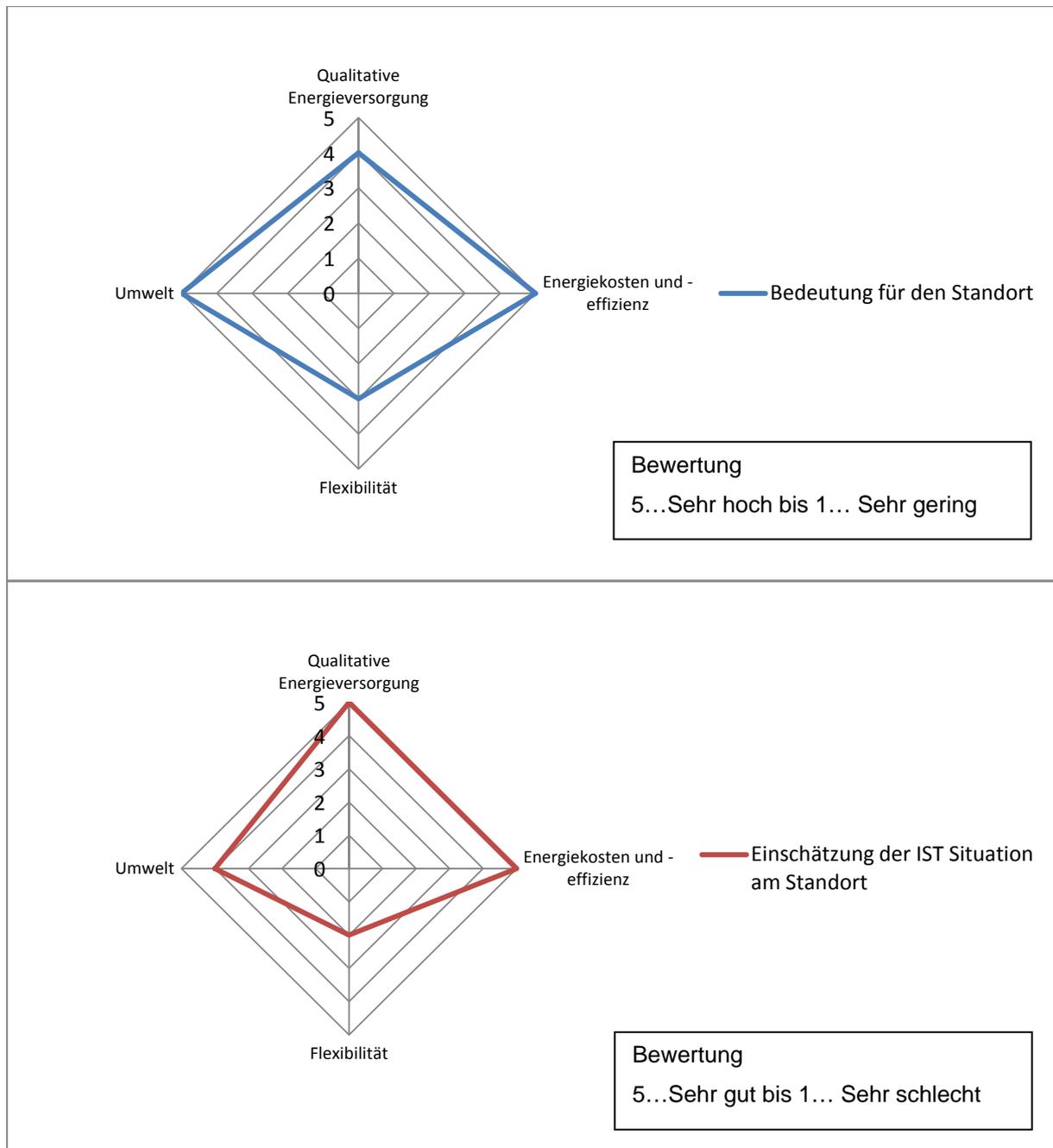


Abbildung 45: Bewertung der Energieaspekte- Papierindustrie

Im Bezug auf das vorgestellte theoretische Modell ist, nach Aussage der Interviewten, das Vorgehen logisch und nachvollziehbar strukturiert. Allerdings wurde angemerkt, dass eine Anwendung dieser Art nur bedingt möglich ist. Die Begründung hierfür findet sich einerseits in der schwierigen Abgrenzung der einzelnen Strategiefelder zueinander (ausgenommen Produktstrategie), wodurch sich für die

Analyse der Ist-Situation keine klare Ausgangssituation ergibt. Andererseits wurden starke Restriktionen auf technologischer Seite aufgrund sehr spezifischer Prozesstechnologien erwähnt. Damit ist in der aktuellen Situation eine Anwendung auf bestehende Prozesse wenig erfolgversprechend. Zusätzlich wurden in der jüngeren Vergangenheit hohe Investitionen im Bereich Energieeffizienz und Umwelt getätigt. Für eine explizite Produktstrategie wird keine Anwendungsmöglichkeit gesehen.

Die betrachtete Unternehmung kann dem Energie- und Umweltbewusstseins-Niveau eines Innovators zugeordnet werden. Wie Abschnitt 5.2.1 erörtert, ist für diesen Typ von Unternehmung kein Mehrwert durch die Anwendung des theoretischen Modells zu erwarten. Das wurde auch in den Aussagen der interviewten Praktiker bestätigt.

Kernaussagen des Interviews

- Vorgehensmodell ist logisch und nachvollziehbar strukturiert
- Durch Modellanwendung wird kein Mehrwert erwartet
- Automatisiertes Reporting an Energiemanagement-System
- Produktionsseitig kaum Maßnahmen möglich
- Maßnahmen in der Produktionsperipherie denkbar

Baustoffindustrie

Die Baustoffindustrie (Zementindustrie) stellt global gesehen einen der größten industriellen Energieverbraucher dar. Der Jahresenergieverbrauch 2010 belief sich auf 240 Mtoe.⁴⁵¹ Dabei sind in der Herstellung von Zement einige wenige Verbraucher für den größten Teil des Stromverbrauchs verantwortlich.⁴⁵²

Interview

Interviewpartner:

- Geschäftsführer
- Assistent der Geschäftsführung
- Leiter Einkauf/Prokurist
- Verantwortlicher Managementsysteme/Umweltmanagement

Das Interview wurde am 14.6.2012 durchgeführt. Der wirtschaftliche Zweck der Unternehmung besteht, laut Eigendefinition, in der Produktion von Zement und

⁴⁵¹ Vgl. International Energy Agency (2010), S.181

⁴⁵² Vgl. Hinterberger/Polak (2011). S.13

Bindemitteln. Die wichtigsten Energieträger am betrachteten Standort sind elektrischer Strom, EBS (Kunststoff, Klärschlamm, Rejectmaterial der Papierindustrie) und Kohle. Weiters ist Erdgas zu nennen, welches für die Unternehmung insgesamt gesehen aber nur geringe Bedeutung hat. Die elektrische Anschlussleistung, die zur Versorgung des Standortes vertraglich festgehalten ist, sind 15MW.

Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, verfügt die Unternehmung am betrachteten Standort über eine zweite Stromzuleitung (Ersatz) sowie diverse Notstromaggregate, die zumindest die sicherheitsrelevanten Anlagen mit Energie versorgen. Darüber hinaus ist im Falle eines Versorgungsengpasses bei EBS ein Lager zur Überbrückung vorhanden. Die Energiebedarfsprognosen werden jährlich mit dem EVU abgestimmt. Um die Energieeffizienz zu steigern, werden laufend technische Optimierungen in der Produktion vorgenommen. Dabei wurde nicht explizit erwähnt, ob es sich um Optimierungen betreffend Anlage, Prozess oder kombinierte Optimierungen handelt. Zur Reduzierung der nachgefragten Spitzenleistung kommt ein entsprechendes Lastmanagement zum Einsatz. Informationen über Energieverbräuche nachgefragter Leistung werden am Standort bis zum Anlagenführer weitergereicht. Es wurde zusätzlich darauf hingewiesen, dass alle Mitarbeiter über ein sehr hohes Energie- und Umweltbewusstsein verfügen. Von vertraglicher Seite kann die Unternehmung die Energieabnahme gegenüber dem EVU zwischen mehreren Standorten hin- und herschalten. Der Anstoß zur verstärkten Abstimmung zwischen Produktion und Energiemanagement ging in diesem Falle vom EVU aus, da dieser aus Gründen der Netzstabilität ein Lastprofil forderte. Entsprechend der nachfolgend abgebildeten Diagramme wurden die einzelnen Energieaspekte bewertet.

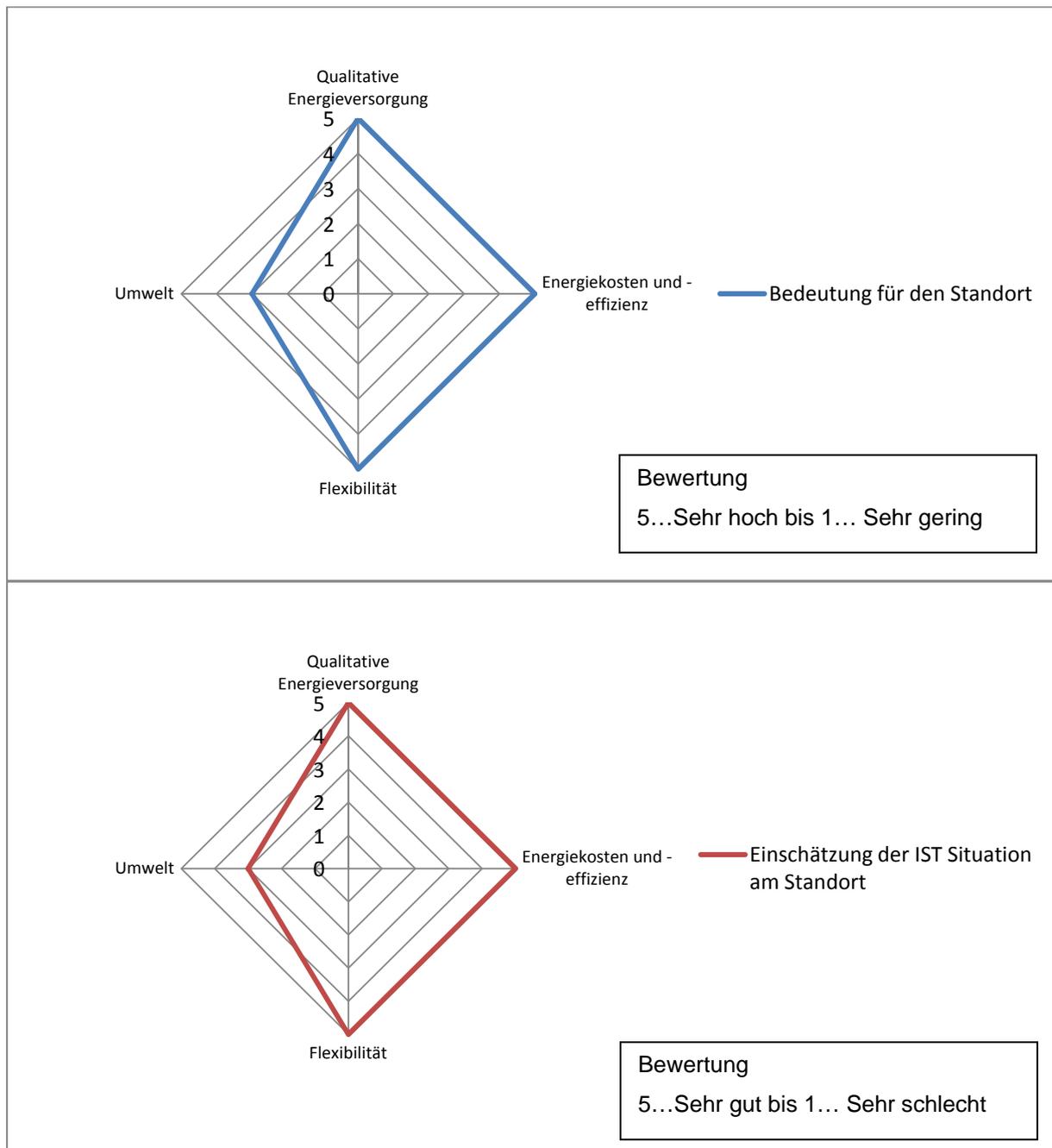


Abbildung 46: Bewertung der Energieaspekte- Baustoffindustrie

Auf das Modell bezogen ist für die interviewten Praktiker eine Anwendung vorstellbar, sofern eine große Anzahl an Produktionsstandorten vorhanden wäre. Dabei wurde die Möglichkeit zum Vergleich der einzelnen Standorte hervorgehoben. Dies könnte im Falle einer Akquise bzw. beim Neubau von Standorten von Interesse sein. Kritik wurde in der Wahl des Betrachtungswinkels ausgesprochen. In einer breiteren Betrachtung könnten der Produktion vor- und nachgeschaltete Prozesse mit einbezogen werden, wodurch die Aussage des Modells mehr Gewicht bekäme. In diesem speziellen Fall wurde die Transportlogistik genannt, da diese einen großen

Anteil an den Gesamtkosten hat und somit in der Unternehmung auch zu substantiellen Entscheidungen hinsichtlich Ressourcenallokation führte.

Die betrachtete Unternehmung kann im Bezug auf Energie- und Umweltbewusstsein zwischen der Ebene Integrator und Innovator eingestuft werden.

Kernaussagen des Interviews

- Vorgehensmodell ist nachvollziehbar strukturiert
- Erst bei großer Anzahl an Produktionsstandorten wird durch die Möglichkeit des Vergleichs in der Modellanwendung Mehrwert erwartet
- Betrachtungswinkel im Modell sollte breiter sein

Stahlindustrie

Die Stahl- und Eisenindustrie stellt weltweit den zweitgrößten industriellen Energieverbraucher, mit einem Gesamtenergieverbrauch von 616 Mtoe im Jahr 2007, dar.⁴⁵³

Interviewpartner:

- Leiter Energie und Medien

Das Interview wurde am 22.6.2012 durchgeführt. Der wirtschaftliche Zweck der Unternehmung besteht, laut Eigendefinition, in der Erzeugung und Verteilung von Stahl als Vorprodukt für die Weiterverarbeitung zu Rohren, Schienen, Draht und Stäben. Als Differenzierungskriterium gegenüber der Konkurrenz wurde die hohe Flexibilität in der Produktion (u.a. 1500 unterschiedliche Stahlmarken) und die Qualität der Erzeugnisse genannt.

Der Standort verfügt über eine Eigenstromanlage, die bis zu 90% des Strombedarfs decken kann. Zusätzlich wird Erdgas als Energieträger bezogen. Die Abteilung Energiemanagement ist im Bereich „Energie und Medien“ angesiedelt, die wiederum direkt der Geschäftsführung unterstellt ist. Das Energiemanagement hat die Aufgabe eines Dienstleisters für alle am Standort ansässigen Unternehmungen wahrzunehmen.

Versorgungssicherheit hat für die Stahlindustrie sehr große Bedeutung. Dabei geht es nicht nur um die Qualität der Erzeugnisse sondern insbesondere um die Anlagen, in denen Hochtemperaturprozesse gefahren werden. Um an diesen Anlagen

⁴⁵³ Vgl. International Energy Agency (2010), S.176

Schäden zu vermeiden, werden diese (u.a. Hochöfen) redundant mit Energie und Medien (insbesondere zum Zwecke der Kühlung) versorgt. Das Thema Umweltverträglichkeit bekam ebenfalls eine sehr hohe Bedeutung zugeschrieben.

Flexibilität schafft die Unternehmung maßgeblich über die Energiebeschaffung. Das betrifft einerseits den Energieträgereinkauf an Handelsbörsen, wo es neben der Menge vor allem auf den Zeitpunkt des Kaufs ankommt und andererseits über die Vorhaltung von eigenen Kapazitäten zur Energieerzeugung, die in kurzer Zeit hochgefahren werden können. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Substitution einzelner Energieträger (Erdgas, Heizöl).

Zur Realisierung der Energie- und Medienversorgung mit hoher Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Flexibilität, ist eine enge Abstimmung zwischen Produktionsmanagement und Energiemanagement unerlässlich. Auf operativer Ebene kommt es zur täglichen Abstimmung. Damit kann im Vorhinein abgeschätzt werden, wann welche Energie in welcher Menge aus dem Produktionsprozess (Hochofen, Stahlwerk) zur Verfügung stehen wird. Contracting wurde dabei aufgrund der Produktion und der damit einhergehenden komplexen Versorgungssituation (zeit-, mengen- und qualitätsmäßig) als schwierig eingestuft. Bei Investitionsentscheidungen zu neuen Produktionsanlagen, Umbauten etc. wird daher der Bereich „Energie und Medien“ in die Entscheidungsfindung integriert. Die nachfolgende Abbildung zeigt die quantifizierte Bewertung der jeweiligen Energieaspekte.

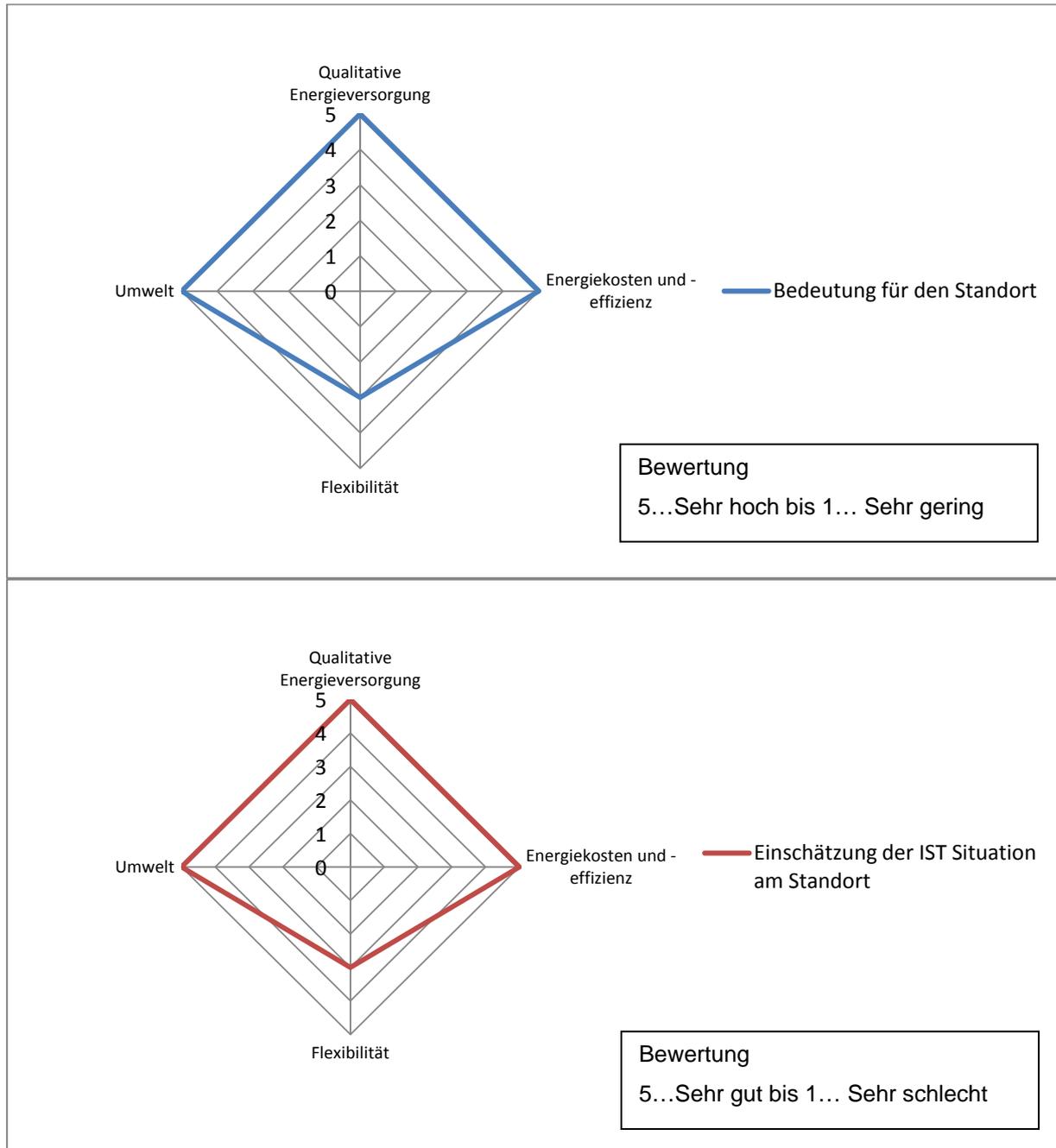


Abbildung 47: Bewertung der Energieaspekte- Stahlindustrie

Interessant ist dabei der Punkt „Flexibilität“. Obwohl dieser nur eine geringe Bedeutung aufweist, ergibt sich durch die Bestrebungen nach hoher Versorgungszuverlässigkeit bei niedrigen Energiekosten quasi als Nebenprodukt eine höhere Flexibilität von Energieversorgungsseite.

Auf das vorgestellte Modell bezogen, wurde darauf hingewiesen, dass eine Abgrenzung zwischen den Strategiefeldern Anlage und Prozess in diesem Falle eher schwierig wäre. Weiters könnte sich der Betrachtungswinkel aus der Sicht der

Energie dabei als zu eng gewählt herausstellen, da Energie nur einer unter vielen zu berücksichtigenden Faktoren ist. Ein Gesamtoptimum der Produktion könne daher nur über eine Betrachtung der Ist-Situation von Seiten der Produktion (unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren) als auch von energetischer Seite erfolgen. Allerdings sei im Falle einer isolierten Betrachtung die Analyse des Produktionsprozesses sehr gut vorstellbar. Nach Einschätzung des befragten Praktikers, wird durch die Anwendung des Modells eine strukturierte Methode geboten, die dem Anwender die Möglichkeit biete, sich auf Inhalte zu konzentrieren, ohne sich Gedanken über die Struktur machen zu müssen. Dadurch kann eine neue Sichtweise eröffnet werden. Im Fall einer gesamtheitlichen Betrachtung sollte dies auf konzernübergreifender Ebene passieren, um die vollständige Erfassung der Strategiefelder zu gewährleisten.

Die betrachtete Unternehmung kann im Bezug auf Energie- und Umweltbewusstsein der Ebene des Innovators zugeordnet werden.

Kernaussagen des Interviews:

- Vorgehensmodell ist klar strukturiert und eröffnet neue Sichtweisen
- Strategiefeld Prozesse und Anlagen gemeinsam erfassen
- Isolierte Anwendung auf Produktionsprozesse vorstellbar
- Berücksichtigung, dass Energie nur einer unter vielen Einflussfaktoren auf die Produktion ist

Keramikindustrie

Interviewpartner:

- Interview 1: Leiter Energiemanagement
- Interview 2: Leiter Technischer Einkauf

Die Interviews wurden am 12.6.2012 und am 10.7.2012 durchgeführt. Der wirtschaftliche Zweck der Unternehmung besteht, laut Eigendefinition, in der Produktion von Feuerfest-Materialien für industrielle Hochtemperaturprozesse (>1200°C). Im Gegensatz zu den anderen Interviewpartner sind beide befragten Experten dieser Unternehmung in ihrer Funktion nicht an einem Produktionsstandort eingegliedert sondern, in ein zentrales Technologiezentrum.

Der dahinter stehende Konzern beschäftigt knapp 8000 Mitarbeiter, mit mehr als 30 Produktionsstandorten weltweit. Aufgrund der besonderen Notwendigkeit,

Produktionsstätten in bzw. nahe Gebieten mit Rohstoffvorkommen zu haben, verfolgt die Unternehmung eine Local-for-Local Standortstrategie. Darin ist auch die Begründung zu sehen, dass trotz des globalen Konzerns im Hintergrund, die Bedingungen der Infrastruktur der Produktionsstandorte der eines KMUs entsprechen.

Das Energiemanagement hat in seiner zentralen Rolle eine bereichsübergreifende Funktion wahrzunehmen. In dieser Position trägt der Energiemanager Mitverantwortung für die Erarbeitung einer Energiepolitik sowie Energieeffizienzleitlinien. Der Rahmen zur Identifikation von Optimierungspotentialen wird durch die Prämissen

- ökologisch vertretbar,
- ökonomisch sinnvoll,
- nachhaltig und
- bereichsübergreifend

gebildet. In den Betätigungsfeldern Prozess, Aggregat und Tarife werden in Abstimmung mit Einkauf, Produktionsplanung, Arbeitsvorbereitung bis hin zur Produktentwicklung Maßnahmen entwickelt, die eine nachhaltige Verbesserung der energetischen Situation der Unternehmung bewirken sollen. Die wichtigsten Energieträger, die im Produktionsprozess zum Einsatz kommen, sind Erdgas- bzw. dort, wo dieses nicht verfügbar ist, Flüssiggas (Propan, Butan, LPG)- elektrischer Strom sowie feste Brennstoffe. Beim Einsatz von festen Brennstoffen wird das Limit von Seiten der Prozessführung und somit der Produktqualität festgelegt. Das verstärkte Einbringen dieser Brennstoffe bewirkt eine Veränderung des Temperaturverlaufs in den Öfen. Durch die direkte Interaktion des eingesetzten Energieträgers mit dem Erzeugnis, hat dessen Qualität umso mehr Bedeutung für die Produktqualität. Dieser Umstand muss bei der Auswahl des Brennstoffs berücksichtigt werden.

Da die Unternehmung historisch gewachsen ist, weisen die Standorte in ihrem Erscheinungsbild ein sehr heterogenes Bild auf, was bedeutet, dass durch die große Vielfalt an Produktionsanlagen keine standortübergreifende Standardisierung von Prozessen oder Optimierungsmaßnahmen möglich ist. Jedoch konnte festgestellt werden, dass die zugrunde liegenden technischen Prinzipien trotz unterschiedlicher Anwendungsfälle oftmals gleich sind. Die betrachtete Unternehmung begegnet diesem Umstand mit sogenannten Manufacturing Competence Center (MCC). Diese

Kompetenzzentren bestehen aus Fachexperten für unterschiedliche Produktionsanlagen (z.B. Mischer oder Öfen). Jedes dieser MCCs wird in seinen Aktivitäten durch das Energiemanagement unterstützt. Damit soll sichergestellt sein, dass neben der Anlagen- und Prozessexpertise auch die Energieexpertise Berücksichtigung findet. Bedingt durch die Standortstruktur sieht die Unternehmung bisher von einer Neuinvestition in Anlagen zur Eigenstromerzeugung ab. Jedoch bestehen für alle Standorte konzernweit geregelte Umweltauflagen, unabhängig von den Vorgaben der lokalen und regionalen Gesetzgeber. Nachfolgend findet sich die Bedeutung der einzelnen Energieaspekte für die Unternehmung

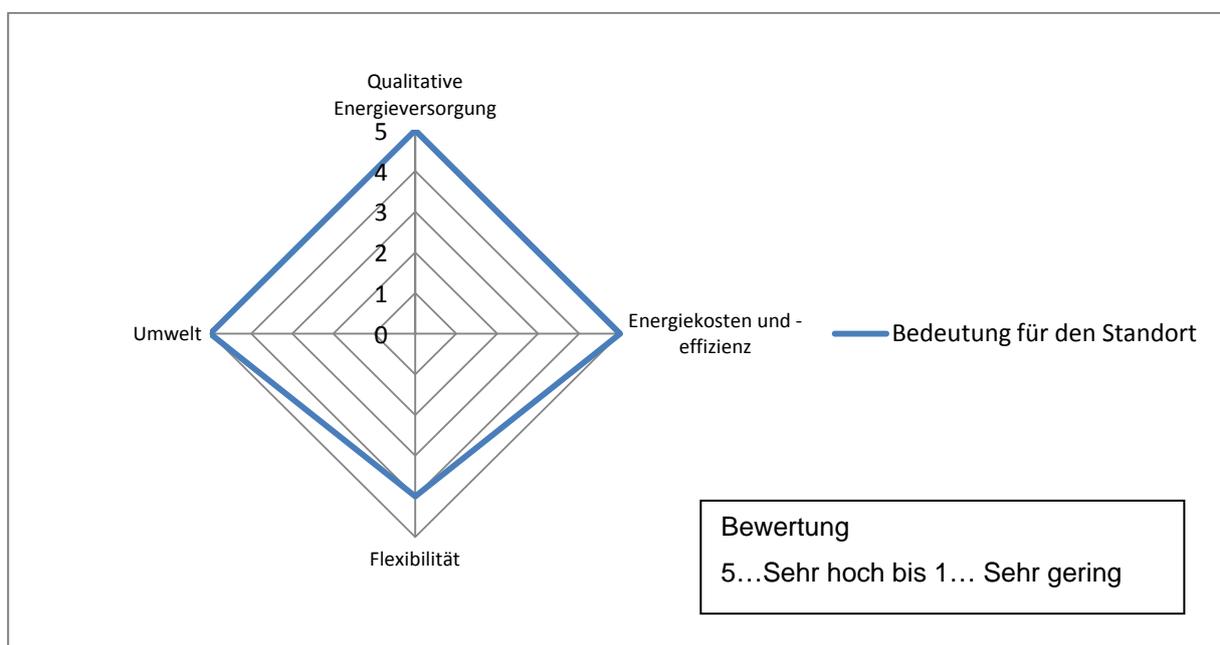


Abbildung 48: Bewertung der Energieaspekte- Keramikindustrie

Auf das theoretische Modell bezogen, wurde die Frage aufgeworfen, welche Auswirkungen die Energieaspekte aufeinander haben und welche (negativen) Auswirkungen die Maßnahmen in einem Strategiefeld auf ein anderes haben. Hier wurde von Praktiker 1 die Frage nach der Berücksichtigung von Interdependenzen gestellt. Die größten Potentiale in der Anwendung des Modells werden in der Verknüpfung des Energiemanagements mit der Standortstrategie gesehen. Weiters wurde auf die Bedeutung von Sensibilisierung der ausführenden Mitarbeiter für Energiethemen hingewiesen. Trotz aller Optimierungen an Prozess und Anlage, muss der Faktor Mensch berücksichtigt werden. Praktiker 2 stellte die Frage nach der Berücksichtigung von KO-Kriterien für einzelne Maßnahmen. Zusätzlich stellte sich die Frage nach der Gewichtung der einzelnen Strategiefelder zueinander, um die Prioritätenreihung der entwickelten Maßnahmen einfacher ableiten zu können.

Da die Versorgung mit Rohstoffen für die Unternehmung einer der bedeutendsten strategischen Punkte für die Produktion ist und die Substitution durch Sekundärrohstoffe (Recyclingmaterial) an Bedeutung gewinnt, sollte im Verständnis des Praktikers die Produktstrategie durch den Punkt Rohstoffstrategie ersetzt werden.

Die betrachtete Unternehmung kann im Bezug auf Energie- und Umweltbewusstsein auf der Ebene des Innovators angesiedelt werden.

Kernaussagen der Interviews

- Mehrwert des Vorgehensmodells wird in der Verknüpfung von Energiemanagement und Standortstrategie gesehen
- Herausarbeitung von Interdependenzen zwischen den Strategiefeldern um Einfluss der Maßnahmen abschätzen zu können
- Berücksichtigung des Faktors Mensch
- Integration von KO-Kriterien für Maßnahmen
- Gewichtung der Strategiefelder zueinander
- Rohstoffstrategie statt Produktstrategie

Maßnahmenbeispiele der energieintensiven Industrie

Die nachfolgend angeführten Beispiele für produktionsprozessspezifische Maßnahmen wurden den Umwelterklärungen unterschiedlicher Unternehmungen aus den Branchen Papier, Baustoffe, Stahl und Keramik entnommen.

Papierindustrie	Zuordnung
Errichtung einer Energiezentrale mit thermischer Reststoffverwertung (Ersatz von fossiler Energie durch EBS)	Standort
Verringerung der Trocknungsenergie im Bereich Streichmaschinen (Austausch der Luftbürste durch eine neue Streichtechnologie)	Prozess
Effizientere Abwärmenutzung durch Einsatz eines Integrated Dryers (Bereich Streichmaschine)	Prozess/Anlage
Ersatz bestehender Refiner	Anlage
Reduktion Dampf und Stromverbrauch durch Abstellung eines Kneters	Anlage
Faserrückstoffgewinnung durch Installation eines Reinigungsaggregat	Prozess/ Anlage
Baustoffindustrie	
Erhöhung des EBS Einsatzes bei der Klinkerproduktion	Prozess
Umbau und Verbesserung Ersatzbrennstoffaufbereitung sowie der entsprechenden Wärmetauscher	Prozess/ Anlage
Stahlindustrie	
Verringerung des Erdgasverbrauchs durch Aufwärmen der Brennluft für die Zündhaube (geregelttes Zumischen von heißer Rekuperatorluft)	Prozess
Erhöhung der Recyclingrate für Sekundärrohstoffe	Prozess
Reduzierung der Fackelverluste durch manuelle Optimierung der Gichtgasverteilung	Prozess
Errichtung DeNOx Anlage zur Reduzierung der NOx Emissionen der Sinteranlage	Anlage
Errichtung einer Anlage zur Reduzierung der diffusen Staubemissionen	Anlage
Optimierung der Kokereigasgewinnung durch Reduzierung der Gasfackelverluste	Prozess
Reduzierung des Stand-by Energieverbrauchs durch Verdichtung der Produktionszeiten, sowie Optimierung in produktionsfreier Zeit	Anlage
Errichtung und Inbetriebnahme einer neuen Eigenstromanlage	Standort
Reduzierung des Stromverbrauchs im Hochofen durch optimierte Sauerstoffversorgung	Prozess/ Anlage
Keramikindustrie	
Installation eines Staubfiltersystems in Öfen	Anlage

Tabelle 14: Beispiele für produktionsprozessspezifische Maßnahmen⁴⁵⁴

⁴⁵⁴ Vgl. Mayr Melnhof Karton (2011), S.23ff.; Voestalpine Stahl Donawitz (2010), S.30f.; Voestalpine Stahl Gmbh (2011), S.5f.; W&P Zementwerke Gmbh (2009), S.18ff.; R H I (2012), S.53

6.3 Fallbeispiele mit niedriger Energieintensität

Metallverarbeitende Industrie 1

Interviewpartner:

- Leiter EHS&S and Facility Services

Das Interview wurde am 24.5.2012 durchgeführt. Der wirtschaftliche Zweck der Unternehmung besteht, laut Eigendefinition, in der Fertigung von Komponenten und Bauteilen für die Automobilindustrie. Dabei werden neben zerspanenden Prozessen auch Prozesswärmeanwendungen (Härten, Schmieden, Schweißen) in großem Umfang durchgeführt. An einem zweiten Standort wird die Assemblierung der gefertigten Teile durchgeführt.

Organisatorisch ist die Funktion des Energiemanagers in das Facility Management integriert. Eingesetzt werden am Standort die Energieträger Gas und Strom. Die elektrische Spitzenleistung beläuft sich dabei auf 8 MW. Insgesamt ergeben sich ca. 3-4% Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten des Standorts. Um Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz auszuarbeiten, tritt monatlich eine bereichsübergreifende Gruppe von Mitarbeitern, bestehend aus Produktionsleitung, Facility Management, Instandhaltung, Werkstofftechnik und Umweltbeauftragter, zusammen. Darin werden die Auswirkungen auf die Produktion durch die Maßnahmen diskutiert und Beschlüsse betreffend der Umsetzung gefasst. Energieintensivere Betriebsmittel (nach eigener Einschätzung ca. 5% der Produktionsanlagen) stehen dabei im Fokus der Arbeitsgruppe, die vor ca. zwei Jahren zur Identifikation von energieseitigen Sparpotentialen installiert wurde. Diese haben bei insgesamt mehr als 500 Produktionsanlagen jedoch nur begrenzten Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch.

Anhand der genannten Beispiele (z.B. Reduzierung von Leerlaufverbräuchen und Wochenendverbräuchen) kann davon ausgegangen werden, dass umgesetzte Maßnahmen dabei wesentlich durch operative Überlegungen geprägt werden. Die nachfolgende Abbildung 49 zeigt die Bedeutung der einzelnen Energieaspekte für die Unternehmung.

Auffällig ist dabei der Punkt Umwelt. Während die Relevanz der Umweltaspekte als gering eingeschätzt wird, wird die darauf bezogene Situation am Standort als Sehr Gut eingeschätzt. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass am Standort Aktivitäten

zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit, weit über das geforderte und damit notwendige Maß hinaus, durchgeführt werden.

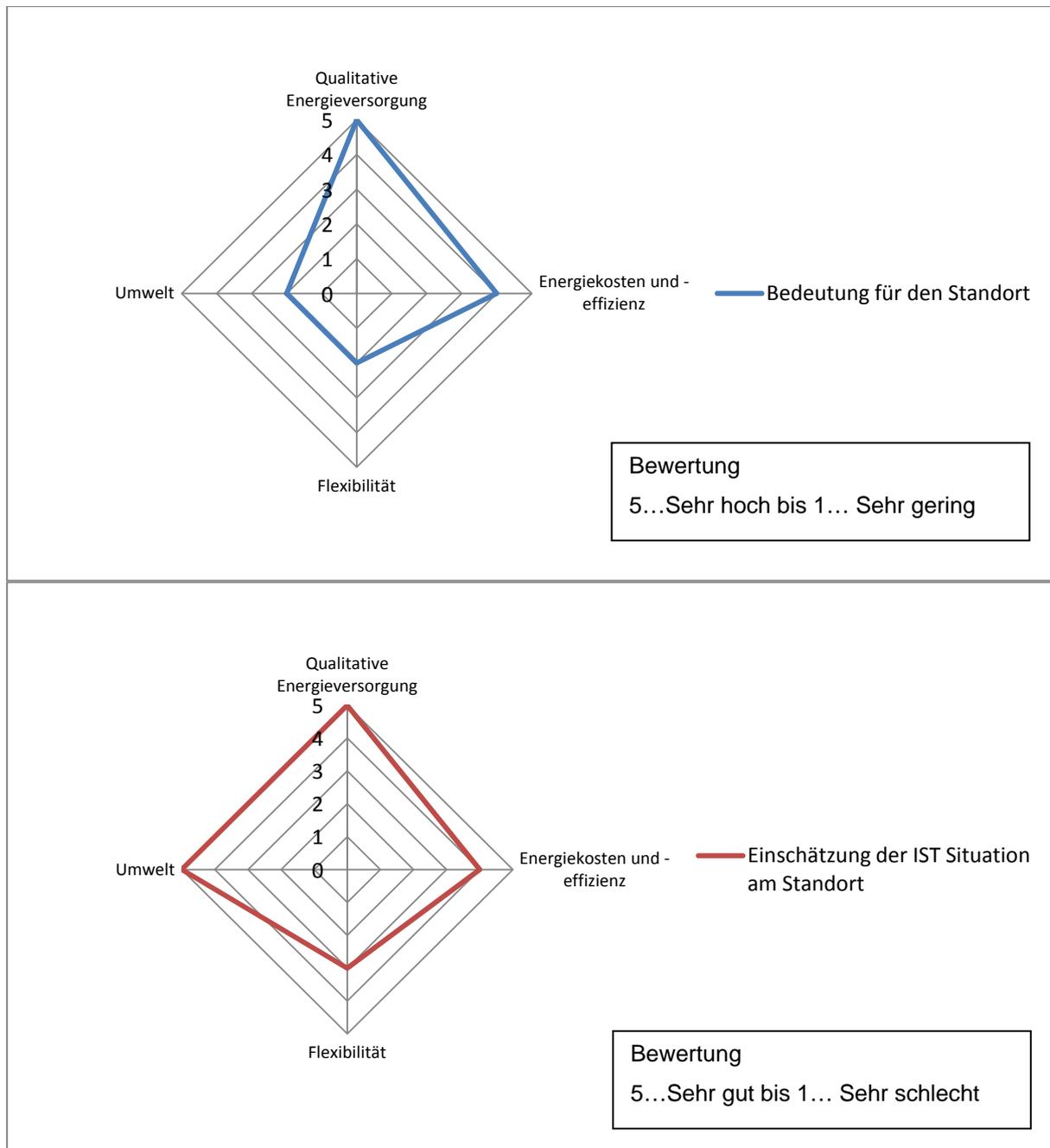


Abbildung 49: Bewertung der Energieaspekte- Metallverarbeitende Industrie 1

Auf das Modell bezogen, wurde die Überlegung, Energieintensität als Relevanzkriterium heranzuziehen, als sehr positiv bewertet. Damit würde sich im Verständnis des Praktikers die Relevanz der Entscheidung schnell ablesen lassen. Ein weiterer Mehrwert in der Anwendung wird durch die logisch strukturierte Herangehensweise gesehen. Dieses ist als Rahmenwerk im Hintergrund gut

vorstellbar. Jedoch wurde im vorliegenden Fall der Zeitaufwand zur Anwendung des Vorgehensmodells als zu hoch eingeschätzt. Diese Überlegung wurde damit begründet, dass ein Großteil der abgeleiteten Maßnahmen sehr schnell den Weg in die Realisierung findet. Daher sei die Abklärung, ob eine Maßnahme zielgerichtet sei oder nicht oftmals nicht möglich bzw. nicht notwendig

Die betrachtete Unternehmung kann im Bezug auf Energie- und Umweltbewusstsein auf der Ebene des Benchmarkers eingeordnet werden. Die Abgrenzung zur darunter liegenden Ebene (Reagierender) kann im Ausmaß der Aktivitäten über das gesetzliche vorgeschriebene Maß hinaus gesehen werden. Andererseits werden Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Situation des Standorts auf Basis stark operativ orientierter Überlegungen getroffen. Zwar gibt es Ansätze zur stärkeren Integration von Energiethemen in produktionsrelevante Entscheidungen (z.B. bei der Investitionsentscheidung zu neuen Anlagen) und auch der Schritt zur Bildung einer bereichsübergreifenden Energiearbeitsgruppe wurde vollzogen, jedoch fehlt ein gesamthaftes Energiekonzept.

Kernaussagen des Interviews

- Vorgehensmodell ist klar und logisch strukturiert
- Der Mehrwert bei der Anwendung des Modells wird in der klar strukturierten Herangehensweise gesehen
- Energieintensität als Relevanzkriterium absolut sinnvoll, da damit Maßnahmen schnell einer Entscheidungsfindung zugeführt werden können
- Zeitdauer bis Maßnahmen festgelegt werden, wird für die betrachtete Unternehmung als zu hoch eingeschätzt
- Das Modell ist als Rahmenwerk im Hintergrund gut vorstellbar

Metallverarbeitende Industrie 2

Interviewpartner:

- Leiter EHS&S

Das Interview wurde am 11.6.2012 durchgeführt. Der wirtschaftliche Zweck der Unternehmung besteht, laut Eigendefinition, in der Verarbeitung von Metall als Automobilzulieferer. Die wesentlichen Erzeugnisse sind Stand- und Umformteile.

Die betrachtete Unternehmung verfügt über ein vollintegriertes Energie- und Umweltmanagementsystem. Bei der Aufnahme von neuen Teilen in die Produktion werden diese nach Umwelt-, Energie- und Abfallrelevanz bewertet. In der Produktion kommen elektrischer Strom und Erdgas (keine Prozesswärmeanwendung) zum Einsatz. Die Energiekosten nehmen weniger als 3% der Gesamtkosten am Standort ein. Generell kann festgehalten werden, dass Energie in diesem Fall keine besonders hohe Bedeutung einnimmt. Energieeffizienz wird als Querschnittsthema zweimal pro Jahr behandelt. Ein energieseitiges Zielsystem ist nicht vorhanden, da die Maßnahmen, wie im ersten beschriebenen Fall der Metallverarbeitenden Industrie, maßgeblich operativer Natur sind.

Die Bewertung der Energieaspekte findet sich in Abbildung 50.

Auf das Modell bezogen wurde angemerkt, dass die größte Herausforderung in der Ausführung des Analyseschritts liege. Hier sei zunächst abzuklären, welche Werkzeuge zur Umsetzung dahinter stehen. Allerdings sollte eine Auswahlssystematik zu Grunde liegen, die nicht nur eine Berücksichtigung der energieintensiven Elemente vornimmt. Als wichtigster Punkt, unabhängig von der Art des theoretischen Modells kam ein Hinweis auf die Bedeutung des Faktors Mensch, in Form des Ausführenden zur Sprache.

Ähnlich wie im vorhin beschriebenen Fall befindet sich die betrachtete Unternehmung im Bezug auf Energie- und Umweltbewusstsein auf der Ebene des Benchmarkers.

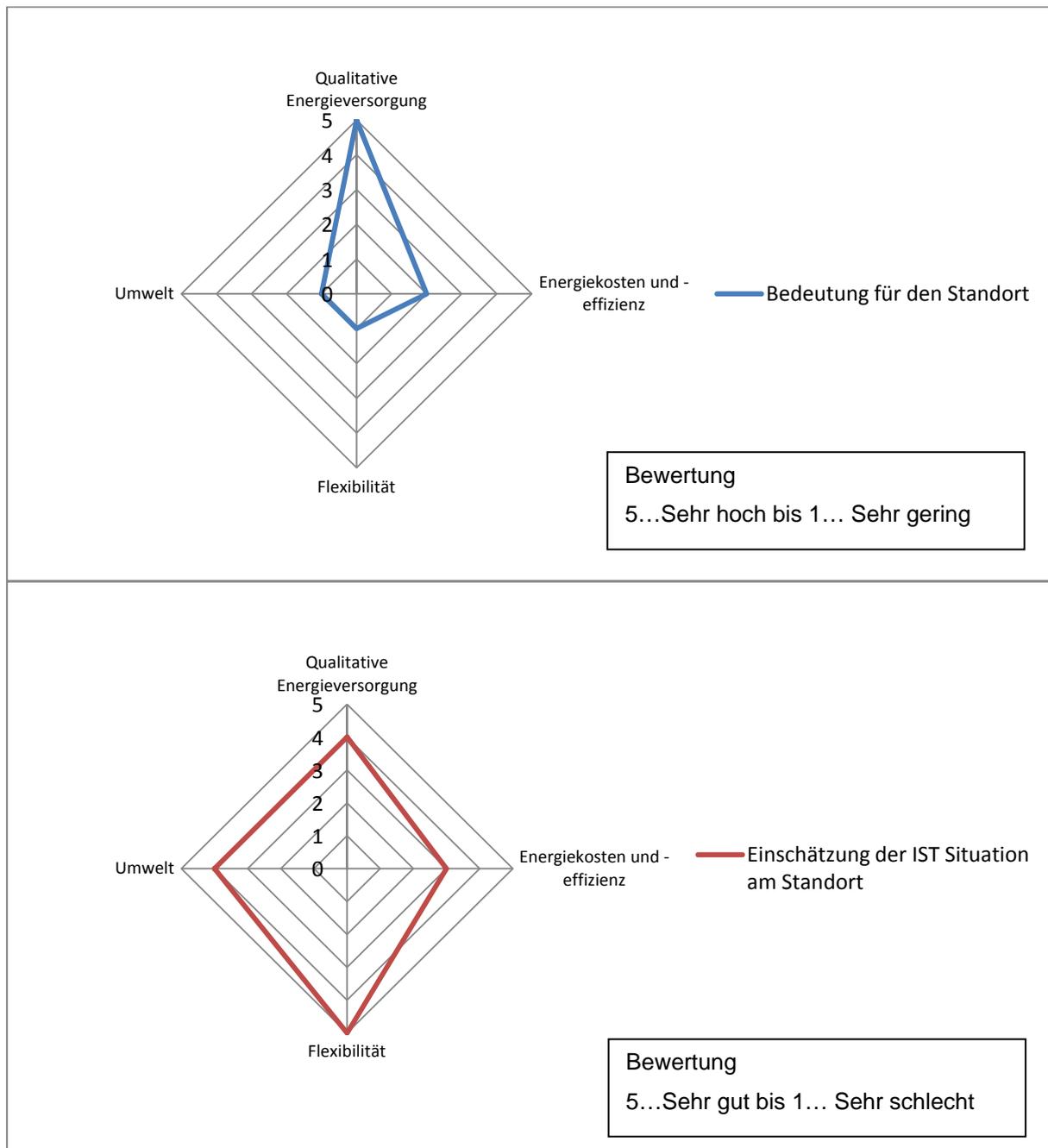


Abbildung 50: Bewertung der Energieaspekte- Metallverarbeitende Industrie 2

Kernaussagen des Interviews

- Vorgehensmodell ist nachvollziehbar aufgebaut
- Auswahlssystematik sollte im Analyseschritt nicht nur energieintensive Elemente berücksichtigen
- Berücksichtigung des Faktors Mensch

6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel des vorangegangenen Kapitels war es, das in Abschnitt 5 entwickelte Vorgehensmodell aus der Sicht von Praktikern kritisch zu hinterfragen. Dazu konnten insgesamt 6 Industrieunternehmungen gewonnen werden, von denen 4 der energieintensiven Industrie zuzurechnen sind. Die Ergebnisse dieser Experteninterviews finden sich in der nachfolgenden Tabelle.

Partner der empirischen Erhebung	Kernaussagen	Energie- und Umweltbewusstsein	Modellanwendung
Papier	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorgehensmodell ist logisch und nachvollziehbar strukturiert ▪ Durch Modellanwendung wird kein Mehrwert erwartet ▪ Automatisiertes Reporting an Energiemanagement-System ▪ Produktionsseitig kaum Maßnahmen möglich ▪ Maßnahmen in der Produktionsperipherie denkbar 	Innovator	Kein Mehrwert
Baustoff	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorgehensmodell ist nachvollziehbar strukturiert ▪ Erst bei großer Anzahl an Produktionsstandorten wird durch die Möglichkeit des Vergleichs in der Modellanwendung Mehrwert erwartet ▪ Betrachtungswinkel im Modell sollte breiter sein 	Integrator/ Innovator	Kein Mehrwert
Stahl	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorgehensmodell ist klar strukturiert und eröffnet neue Sichtweisen ▪ Strategiefeld Prozesse und Anlagen gemeinsam erfassen ▪ Isolierte Anwendung auf Produktionsprozesse vorstellbar ▪ Berücksichtigung, dass Energie nur einer unter vielen Einflussfaktoren auf die Produktion ist 	Innovator	Anwendung isoliert auf Produktionsprozesse
Keramik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mehrwert des Vorgehensmodells wird in der Verknüpfung von Energiemanagement und Standortstrategie gesehen ▪ Herausarbeitung von Interdependenzen zwischen den Strategiefeldern um Einfluss der Maßnahmen abschätzen zu können ▪ Berücksichtigung des Faktors Mensch ▪ Integration von KO-Kriterien für Maßnahmen ▪ Gewichtung der Strategiefelder zueinander ▪ Rohstoffstrategie statt Produktstrategie 	Innovator	<p>Ähnliche Methodik im Einsatz auf Basis</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prozesse ▪ Betriebsmittel ▪ Tarife <p>Mehrwert wird in der Kombination mit Produktionsstrategie gesehen</p>
Metallverarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorgehensmodell ist klar und logisch strukturiert ▪ Der Mehrwert bei der Anwendung des Modells wird in der klar strukturierten Herangehensweise gesehen ▪ Energieintensität als Relevanzkriterium absolut sinnvoll, da damit Maßnahmen schnell einer Entscheidungsfindung zugeführt werden können ▪ Zeitdauer bis Maßnahmen festgelegt werden, wird für die betrachtete Unternehmung als zu hoch eingeschätzt ▪ Das Modell ist als Rahmenwerk im Hintergrund gut vorstellbar 	Benchmarker	Strukturierung Energie-/Umweltaktivitäten
Metallverarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorgehensmodell ist nachvollziehbar aufgebaut ▪ Auswahlssystematik sollte im Analyseschritt nicht nur energieintensive Elemente berücksichtigen ▪ Berücksichtigung des Faktors Mensch 	Benchmarker	Strukturierung Energie-/Umweltaktivitäten

Tabelle 15: Ergebnisse der empirischen Erhebung

7 Zusammenführender Ausblick

Abschließend soll im letzten Abschnitt der vorliegenden Arbeit eine zusammenfassende Beantwortung der Forschungsfragen vorgenommen werden. Danach folgt ein Ausblick auf Entwicklungsmöglichkeiten des beschriebenen Modells woraus sich letztendlich Fragestellungen für weiterführenden Forschungsbedarf ableiten lassen.

7.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Forschungsfrage 1)

Welche Bedeutung haben die Themen Energiemanagement und Produktionsstrategie in der Literatur? Wird in der Literatur Bedarf identifiziert, Energiemanagement in die Produktionsstrategie zu integrieren?

Übergeordnete Mission des betrieblichen Energiemanagements stellt die Entwicklung und Aufrechterhaltung einer energiebewussten Produktion dar. Darin gilt es, die Zieldimensionen Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit in Einklang mit den Anforderungen einer modernen Produktion zu bringen, um die Forderung nach Wirtschaftlichkeit erfüllen zu können. Wie in der Arbeit beschrieben, kann dies erst durch eine aktive Rolle des Energiemanagements passieren, wodurch eine Integration in die strategische Entwicklung der Produktion unumgänglich wird. Es wird auch in der Literatur darauf hingewiesen, dass eines der wesentlichen produktionsbezogenen Entwicklungspotentiale in der Ausprägung von Energie- und Umweltbewusstsein liegt. Diese Potentiale zu erkennen und wahrzunehmen gilt es, um, gemäß der gewählten Definition für Produktionsstrategie, Fähigkeiten und Potentiale in der Produktion zu schaffen bzw. zu bewahren, um einen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmung zu leisten.

Forschungsfrage 2)

Welche Rahmenbedingungen sind bei der Integration des Energiemanagements in die Produktionsstrategie zu berücksichtigen? Lassen sich Unternehmungen auf dieser Basis kategorisieren?

Als geeigneter Rahmen zur Ausarbeitung einer energieorientierten Produktionsstrategie konnten aus der Literatur die vier Strategiefelder Produkt-, Prozess-, Anlagen- und Standortstrategie abgeleitet werden. Jedoch wurde in der empirischen Erhebung diese Einteilung mehrmals kritisiert. Die wesentlichen Kritikpunkte betrafen die

- Abgrenzung der Strategiefelder zueinander, insbesondere
- die Differenzierbarkeit zwischen Prozess- und Anlagenstrategie,
- die Berücksichtigung der handelnden Personen bzw. Integration des Faktors Mensch sowie
- die Produktstrategie als Bestandteil der Produktionsstrategie.

Die Energieaspekte konnten aus den in der Literatur beschriebenen Zielsetzungen von Energie- und Produktionsmanagement abgeleitet werden. Identifiziert als

- Qualitative Aspekte,
- Kosten und Effizienzaspekte,
- Flexibilitätsaspekte sowie
- Ökologische Aspekte

decken diese das Spektrum der betrieblichen Energiebewirtschaftung ab. Zur Ausarbeitung der Konzeptvarianten fanden zusätzlich die Aspekte der Eigenstromerzeugung sowie der organisatorischen Gestaltung des Energiemanagements Berücksichtigung. In der empirischen Erhebung konnte die grundsätzliche Vollständigkeit der Energieaspekte damit bestätigt werden. Nur in zwei Fällen wurde (aus aktuellen Anlassfällen in der Unternehmung) auf die Bedeutung des Aspekts „Erneuerbare Energien“ hingewiesen. Bis auf einen Fall erhielt der Aspekt der Qualitativen Energieversorgung immer höchste Bedeutung. Auf Seiten der energieintensiven Industrie kann dies damit begründet werden, dass es bei Versorgungsunterbrechungen neben Produktionsverzögerungen zu Beeinträchtigung der Produktqualität und, im Falle von Hochtemperaturprozessen, zur Beschädigung der Produktionsanlagen (z.B. durch Überhitzung bei Ausfall der Kühlaggregate) kommen kann. Diesem Bedrohungsszenario wird daher in zumindest zwei Fällen mit Anlagen zur Eigenstromerzeugung Rechnung getragen. Mit Hilfe dieser

Eigenstromerzeugungsanlagen, die eine redundante Absicherung schaffen, ist es möglich, bei Stromausfall einen Inselbetrieb der kritischen Prozesse zu führen. Der Vertreter der Papierindustrie beispielsweise entkoppelt vom öffentlichen Netz im Durchschnitt 20mal pro Jahr. Die Qualität fester Energieträger hingegen ist insbesondere dort von Bedeutung, wo eine direkte Interaktion mit dem zu erzeugenden Gut im Produktionsprozess passiert.

Die Energiekosten (in Relation zu den Gesamtkosten) bewegten sich in den betrachteten Unternehmungen zwischen kleiner 3% bis weit über 10%. In Kombination mit dem Aspekt der Energieeffizienz wurde dieser Punkt von allen Teilnehmern der energieintensiven Industrie als sehr wichtig eingestuft.

Mit als unwichtigster Aspekt konnte die Flexibilität identifiziert werden (Ausnahme Baustoffindustrie). Während in der energieintensiven Industrie Flexibilität (z.B. durch Anlagen zur Eigenstromerzeugung) als Nebenprodukt auf dem Wege zur Erhöhung der Energieeffizienz und Versorgungssicherheit entsteht, besitzt auf Seiten der metallverarbeitenden Industrie der Begriff Flexibilität nur im Zusammenhang mit der Produktion Bedeutung, nicht mit Energie.

Die Einteilung von Unternehmungen in Abhängigkeit der Entwicklungsstufe der Produktionsstrategie und Integrationsgrad des Energiemanagements konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Stattdessen bietet sich die Einteilung unter Berücksichtigung des Energie- und Umweltbewusstseins an. Je höher die Attraktivität der Ressource Energie im industriebetrieblchen Kontext ist, desto größer ist auch das Bewusstsein dafür, wodurch sich ein hoher Integrationsgrad des Energiemanagements einstellt. Eingeteilt wurde demnach in die Kategorien

- Reagierender,
- Benchmark,
- Integrator und
- Innovator.

Anhand des Einblicks, der in der empirischen Erhebung gewonnen werden konnte, war die Zuordnung zu den oben genannten Kategorien eher schwierig. Allerdings zeichnete sich ein klarer Unterschied zwischen Unternehmungen mit hoher und niedriger Energieintensität im Bezug auf deren Umgang mit Energie ab. Die energieintensiven Unternehmungen konnten auf der Ebene eines Innovators oder zumindest Integrators eingeordnet werden, während die beiden metallverarbeitenden Betriebe im Bereich des Benchmarkers bzw. Integrators eingeschätzt wurden.

Forschungsfrage 3)

Wie kann ein Vorgehensmodell aussehen, auf Basis dessen eine energieorientierte Produktionsstrategie ausformuliert werden kann? Für welche Kategorie von Unternehmung kann bei der Anwendung dieses Modells ein Mehrwert generiert werden?

Die Literaturlbasis für das in Kapitel 5 vorgestellte Vorgehensmodell verfügt über vier Schritte. Dieses Modell zur Strategieentwicklung wurde um den Modellschritt 0, den Anstoß ergänzt. Durch die Erweiterung des Modells aus der Literatur um diesen Schritt wird eine Anwendung innerhalb der DIN EN ISO 50001 möglich. Dieses Rahmenwerk bietet bereits standardisierte Schritte zur „Implementierung“ und „Kontrolle der Zielerreichung“, wodurch das erarbeitete Vorgehensmodell abgerundet und in der Praxis sehr gut anwendbar wird.

Ein Anstoß zur Durchführung dieses Vorgehensmodells kann von intern oder extern kommen, sowie periodisch im Zuge der Strategieüberwachung oder anlassbezogen erfolgen. Typische Beispiele für anlassbezogene Anstöße sind die Veränderung der Standortstruktur durch Expansion oder Konzentration, Einsatz neuer Produktionstechnologien oder auch eine veränderte Kundennachfrage. In Abhängigkeit der Entwicklungsstufe der Unternehmung konnte in diesem Punkt der Mehrwert der Modellanwendung abgeleitet werden. Dabei wurde ein wesentlicher Mehrwert für den Benchmark und den Integrator identifiziert. Diese Überlegung konnte anhand der empirischen Erhebung teilweise bestätigt werden. Teilweise deshalb, da nach Einschätzung der interviewten Experten in einer fokussierten Betrachtung (gezielte Anwendung des Modells auf Produktionsprozesse im Falle der Stahlindustrie) auch für einen Innovator Mehrwert generiert werden kann. Der Empiriepartner der Keramikindustrie wendet im Rahmen seines Energiemanagementsystems ein ähnliches System an, aufgebaut auf die Elemente Prozesse, Anlagen und Tarife.

In der Situationsanalyse konnte das Umfeld in Mikro- und Makroebene unterteilt werden. In dieser Einteilung ergaben sich innerhalb des Mikroumfelds die direkten Einflussgrößen, identifiziert als:

- Produktspezifisch
- Produktionsprozessspezifisch
- Standortspezifisch
- Anlagenspezifisch
- Energiewirtschaftlich

Diese bieten, gemäß der Definition der Rahmenbedingungen, die Grundlage für die Anwendung der Produktions-Energie-Maßnahmen-Matrix. Darin werden auf Basis der Energieintensität, sowie des aktuellen Maßnahmenstatus die Elemente der jeweiligen Handlungsfelder eingeordnet. Die Zuordnung zu den Empfehlungskategorien („HANDELN!“, „BEOBACHTEN!“ und „keine AKTIVITÄT!“) erlaubt die Identifikation der wichtigsten Beeinflussungselemente bei der Erarbeitung einer energieorientierten Produktionsstrategie. Diese Logik zu Grunde gelegt, kann die Anwendung in unterschiedlichen Situationen erfolgen. Beispielhaft ist im Falle der Neuausrichtung der Produktionsstrategie eine „Gesamthafte Situationsanalyse“ empfehlenswert. Im Falle der Überarbeitung von Teilstrategien empfiehlt sich die Durchführung einer „Selektiven Analyse“. Bei rein operativ getriebenen Optimierungsbestrebungen ist die Variante der „Isolierten Situationsanalyse“ zu präferieren. Diese Variante eignet sich aufgrund des engen Blickwinkels jedoch nicht mehr zur Durchführung der Modellschritte „Zielsystembildung“, „Ausarbeitung von Konzeptvarianten“ und „Konzeptbewertung“. Daher werden die Erkenntnisse aus der „Isolierten Situationsanalyse“ direkt zur Ableitung von Maßnahmen eingesetzt.

In den Interviews wurde der logische und strukturierte Aufbau des Vorgehens mehrmals positiv hervorgehoben. Aus dieser Struktur abgeleitet, ergibt sich der große Mehrwert für die metallverarbeitenden Betriebe, die im Bereich Benchmarker bzw. Integrator eingeordnet wurden. Dabei könnte, laut Einschätzung eines Experten, mit Hilfe dieses Vorgehens ein Rahmenwerk aufgebaut werden, um die Abstimmungsgespräche innerhalb der Energiemanagement-Gruppe zielgerichteter zu gestalten. Allerdings wurde der Aufwand im Vergleich zum Ergebnis jedoch als sehr hoch eingeschätzt, was einer tatsächlichen Anwendung im Weg stehen würde. Ob durch die Anwendung tatsächlich ein Zusatznutzen generiert werden kann, ist in letzter Konsequenz sehr stark von der spezifischen Situation der Unternehmung sowie der handelnden Personen abhängig.

7.2 Ausblick und weitere Forschungsansätze

Um das vorliegende Modell in Details weiter zu verfeinern, empfiehlt sich die Anwendung im Rahmen einer oder mehrerer Fallstudien. Erst durch den tieferen Einblick in die spezifische Situation einer Unternehmung kann festgestellt werden, wo es Probleme in der praktischen Umsetzung gibt. Die Fragen, die in diesem Kontext aufgeworfen wurden, betrafen einerseits die Abgrenzung der Strategiefelder zueinander sowie deren Interdependenzen.

Weiters sollte in einer Weiterentwicklung des Modells die Betrachtung auf eine breitere Basis gestellt werden, um den Ergebnissen höhere Bedeutung zu verleihen. Die geringe Bedeutung von Energie im industriellen Kontext konnte auch in einer Studie⁴⁵⁵ aus dem Jahr 2007 als wesentliches Problem im Energiemanagement identifiziert werden. Entgegen der Feststellungen in der Literatur (siehe Kapitel 1), ist dies eines der größten Probleme, mit denen Personen, welche die Rolle des Energiemanagers übernehmen, zu kämpfen haben. Wie auch in der Arbeit beschrieben, wird deren Input auf Planungsebene oftmals als störend und hinderlich, im besten Falle als Mittel zum Zweck, empfunden. Einhergehend mit der geringen Attraktivität der Energie bleibt oftmals nur die Möglichkeit, an bereits bestehenden Anlagen oder Prozessen Optimierungen vorzunehmen. Dieser Umstand kam auch mehrmals im Rahmen der Interviews zum Ausdruck, selbst in der energieintensiven Industrie.

Darauf aufbauend lassen sich folgende, weiterführende Fragestellungen ableiten:

Wie kann trotz der oftmals geringen Bedeutung der Energie im betrieblichen Kontext die Attraktivität erhöht werden um ein gesteigertes Energiebewusstsein zu schaffen?

Welche Interdependenzen wirken zwischen den Handlungsfeldern der Produktionsstrategie? Welche Beeinflussungen ergeben sich durch die energieorientierte Strategieentwicklung?

Kann die (verstärkte) Energieorientierung in der Produktionsstrategie einen messbaren Beitrag zum Unternehmungserfolg generieren?

⁴⁵⁵ Vgl. Rohdin/Thollander/Danestig (2007), S.5774ff.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Endenergieverbrauch und Energieintensität in Österreich.....	2
Abbildung 2: Evolutionspfad der Produktion	4
Abbildung 3: Aufbau und Gliederung der Arbeit	7
Abbildung 4: Energienutzungskette	11
Abbildung 5: Grundstruktur des Energieflusses (Dargebot und Bedarf)	13
Abbildung 6: Einteilung von Rohstoffvorkommen nach McKELVEY.....	14
Abbildung 7: Betriebliche Arbeitssysteme als Ort energetischer Transformations- prozesse (in Anlehnung an REFA)	16
Abbildung 8: Teilbereiche im betrieblichen Energiefluss	19
Abbildung 9: Regelkreis des betrieblichen Energiemanagements.....	23
Abbildung 10: Das magische Dreieck energiepolitischer Ziele	25
Abbildung 11: Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001	29
Abbildung 12: Das betriebliche Energiekonzept	31
Abbildung 13: Schema zur Vorgehensweise in einer energetischen Betriebsanalyse	33
Abbildung 14: Vorgehen in der Energiewertstrommethode	36
Abbildung 15: Evolution der Produktion als Folge veränderter Marktanforderungen	38
Abbildung 16: Produktion als Kombinationsprozess von Produktionsfaktoren	42
Abbildung 17: Die Zieldimensionen in der Produktion	45
Abbildung 18: Entwicklung der Produktion zur strategischen Waffe.....	48
Abbildung 19: Umweltbedingte Einflussfaktoren auf das Produktionssystem.....	50
Abbildung 20: Systemebenen der Produktionsstruktur	51
Abbildung 21: Strategietyp und Produktionsstrategie	61
Abbildung 22: Typologie produzierender Unternehmungen	63
Abbildung 23: Konzepte und Instrumente in der Produktionsstrategie	65
Abbildung 24: Konzeptioneller Rahmen des Agile-Manufacturing Systems	68
Abbildung 25: Schwerpunkte in der Produktionsstrategie.....	71
Abbildung 26: Prozessklassen im Technologieportfolio.....	74
Abbildung 27: Typen technischer Diskontinuitäten	75

Abbildung 28: Typen von Kapazitätsstrategien.....	76
Abbildung 29: Typen von Standortstrategien.....	78
Abbildung 30: Ausprägungen von Produktionsnetzwerken.....	79
Abbildung 31: Ableitung produktionsrelevanter Energieaspekte.....	81
Abbildung 32: Industrielle Energiedienstleistungen	82
Abbildung 33: Produktionstheoretische Varianten zur Steigerung der Energieeffizienz	89
Abbildung 34: Grundtypen von Unternehmungen in Abhängigkeit von Produktionsstrategie sowie Energie- und Umweltbewusstsein.....	92
Abbildung 35: Verknüpfung von Produktionsstrategie und Energiekonzept	94
Abbildung 36: Einordnung des Vorgehensmodells ins Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001.....	96
Abbildung 37: Vorgehensmodell zur Planung der energieorientierten Produktionsstrategie	99
Abbildung 38: Einflussfaktoren des Mikro- und Makroumfelds auf ein energieorientiertes Produktionssystem.....	104
Abbildung 39: Aufbau und Anwendungsfälle der PrEMM auf Basis der identifizierten Strategiefelder	115
Abbildung 40: Formale Struktur eines Zielsystems.....	119
Abbildung 41: Energiekennzahlensystem nach BAUER.....	122
Abbildung 42: Schema der Nutzwertanalyse	128
Abbildung 43: Strukturierung des Maßnahmenkatalogs	131
Abbildung 44: Typologische Gliederung nach Unternehmungsgröße und Energieintensität.....	137
Abbildung 45: Bewertung der Energieaspekte- Papierindustrie.....	142
Abbildung 46: Bewertung der Energieaspekte- Baustoffindustrie.....	145
Abbildung 47: Bewertung der Energieaspekte- Stahlindustrie.....	148
Abbildung 48: Bewertung der Energieaspekte- Keramikindustrie.....	151
Abbildung 49: Bewertung der Energieaspekte- Metallverarbeitende Industrie 1	155
Abbildung 50: Bewertung der Energieaspekte- Metallverarbeitende Industrie 2	158

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele für Energieumwandlungsverfahren.....	10
Tabelle 2: Zusammenfassung der Zieldimensionen im BEM.....	28
Tabelle 3: Controllingfunktion im Energiemanagement	35
Tabelle 4: Zusammenfassung der Inhalte von Produktionsstrategien	57
Tabelle 5: Zusammensetzung energierelevanter Kosten nach FÜNFGELO.....	86
Tabelle 6: Modellbezogene Charakterisierung der Grundtypen.....	102
Tabelle 7: Einteilung von Produkten	105
Tabelle 8: Vorgabe des Energieintensitätsmaßstabs der PrEMM	113
Tabelle 9: Vergleich der PrEMM Anwendungsfälle.....	117
Tabelle 10: Ausgewählte Kennzahlen im Energiemanagement.....	121
Tabelle 11: Ausprägungen der Beeinflussungsparameter zur energieorientierten Produktionsstrategie	124
Tabelle 12: Rahmenbedingungen zur empirischen Erhebung.....	136
Tabelle 13: Identifikation der energieintensiven Industriezweige.....	138
Tabelle 14: Beispiele für produktionsspezifische Maßnahmen	153
Tabelle 15: Ergebnisse der empirischen Erhebung	159

Literaturverzeichnis

- Adam, D.: Produktionsmanagement, 9.Auflage, Wiesbaden 1998
- Al-Ghanim, A.: A Statistical Approach Linking Energy Management to Maintenance and Production Factors, in: Journal of Quality in Maintenance Engineering 9/ 2003, S. 25-37
- Altenhofer, S.: Industrielle Energiedienstleistungen- Ein Outsourcing- Modell im Rahmen des betrieblichen Energiemanagements, Dissertation, Technische Universität Graz, 1997
- Bachhiesl, U.: Erfolgreiche Energieinnovationsprozesse- Rahmen und Methodik auf Basis einer umfassenden Analyse von Hemmnissen und Erfolgsfaktoren, Dissertation, Technische Universität Graz, 2004
- Backhaus, K.;Voeth, M.: Industriegütermarketing, 9.Auflage, München 2010
- Bauer, U.: Kennzahlensysteme zum Betrieblichen Energiemanagement, Dissertation, Technische Universität Graz, 1988
- Baumberger, H.: Die Energieversorgung im Betrieb- Risiken und Bewältigungsmöglichkeiten, in: Soom, E. (Hrsg.): Die Bedeutung der Materialwirtschaft für die Unternehmungsstrategie der 90er Jahre, Zug 1981, S. 65-77
- Bechmann, A.: Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung, Stuttgart 1978
- Beckmann, M.et al.: Notwendigkeit zur Charakterisierung von Ersatzbrennstoffen, in: Thome-Kozmiensky, K.J. (Hrsg.): Immisions- und Gewässerschutz, Qualitätssicherung, Logistik und Verwertung, Deponierung der Schwerfraktion, Neuruppin 2003,
- Bergman, B.et al.: Six Sigma: Erfolg durch Breakthrough- Verbesserungen, Wiesbaden 2003
- Bleicher, K.: Das Konzept Integriertes Management: Visionen-Missionen-Programme, 5.Auflage, Frankfurt/Main-New York 1999
- Bleicher, K.et al.: Strategisches Produktionsmanagement, in: Eversheim, W. and Schuh, G. (Hrsg.): Integriertes Management, Berlin u.a. 1999, S. 5-1 - 5-52
- Boks, C.: The soft side of ecodesign, in: Journal of Cleaner Production 14/ 2006, S. 1346-1356

-
- Bonneschky, A.: Tools, die den Zusammenhang von Technik und Wirtschaftlichkeit nutzbar machen – Integration energiewirtschaftlicher Aspekte in Systeme der Produktionsplanung und -steuerung, in: Schieferdecker, B. (Hrsg.): Energiemanagement Tools, Berlin-Heidelberg 2006, S. 187-287
- Bortz, J.;Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 4.Auflage, Heidelberg 2006
- Boyer, K.K.;Lewis, M.W.: Competitive priorities: Investigating the need for trade-offs on operations strategy, in: Production and Operations Management Vol.11, No.1/ 2002, S. 9-20
- Braun, J.: Veränderte Blickwinkel auf Unternehmen, in: Warnecke, H.J. and Braun, J. (Hrsg.): Vom Fraktal zum Produktionsnetzwerk- Unternehmenskooperationen erfolgreich gestalten, Berlin, Heidelberg, New York 1999, S. 41-90
- Bunse, K.et al.: Integrating energy efficiency performance in production management- gap analysis between industrial needs and scientific literature, in: Journal of Cleaner Production 19/ 2011, S. 667-679
- Clark, K. B.: Competing through manufacturing and the new manufacturing paradigm: Is manufacturing strategy passé?, in: Production and Operations Management 5/ 1996, S.42-58
- Clarkson, P.M.et al.: Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies, in: Journal of Accounting and Public Policy 30/ 2011, S. 122-144
- Corsten, H.: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, München 2007
- Dillerup, R.: Strategieentwicklung, in: Klein, A. and Zehetner, K. (Hrsg.): Controlling-Berater, Freiburg 2007, S. 1-5
- E-Control: Ausfalls- und Störungsstatistik für Österreich 2010, http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/presse/dokumente/pdfs/2010-Ausfall-und-Stoerungsstatistik_20110928.pdf, Zugriffsdatum 1.8.2012
- Eisenhut, M.;Lässig, R.;Liedl, J.: Production Systems 2020- Global challenges and winning strategies for the mechanical engineering industry, in: Roland Berger 2011,
- Engelmann, J.: Methoden und Werkzeuge zur Planung und Gestaltung energieeffizienter Fabriken, Dissertation, Technische Universität Chemnitz, 2008
- Erdmann, G.;Zweifel, P.: Energieökonomik, Berlin-Heidelberg 2008
- Erlach, K.: Wertstromdesign, 2.Auflage, Berlin 2010
- Erlach, K.;Westkämper, E.: Energiewertstrom- Der Weg zur energieeffizienten Fabrik, Stuttgart 2009

-
- Eversheim, W.;Schuh, G.;Assmus, D.: Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung, in: Eversheim, W. and Schuh, G. (Hrsg.): Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung, Berlin, Heidelberg 2005, S. 5-20
- Flamme, S.: Stand der Europäischen Normung für Ersatzbrennstoffe, in: Faulstich, M.;Urban, A.I. and Bilitewski, B. (Hrsg.): 12.Fachtagung Thermische Abfallbehandlung, Kassel 2007, S. 135-140
- Förtsch, G.;Meinholz, H.: Handbuch Betriebliches Umweltmanagement, Wiesbaden 2011
- Forza, C.: Survey research in operations management: a process-based perspective, in: International Journal of Operations & Production Management 2/ 2002, S. 152-194
- Friedli, T.: Technologiemanagement- Modelle zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, Berlin, Heidelberg 2006
- Friedli, T.;Deflorin, P.;Rathje, M.: Die Erfolgsfaktoren erfolgreicher Industrieunternehmen, in: Industrie Management 23/ 2007, S. 41-44
- Friedli, T.et al.: Die Produktion als Wettbewerbsvorteil nutzen, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 2011, S. 161-165
- Fünfgeld, C.: Quantifizierung energierelevanter Kosten als Anreiz zur rationellen Energieverwendung, im Tagungsband zu: VDI Bericht 1385: Innovationen bei der rationellen Energieanwendung- neue Chancen für die Wirtschaft, Düsseldorf 1998
- Fünfgeld, C.: Tools zur Wirtschaftlichkeit im Industriellen Energiemanagement, in: Schieferdecker, B. (Hrsg.): Energiemanagement Tools, Berlin-Heidelberg 2006, S. 99-186
- Garetti, M.;Taisch, M.: Sustainable manufacturing: trends and research challenges, in: Production Planning & Control 2011, S. 1-22
- Gläser, J.;Laudel, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse, Wiesbaden 2004
- Goldman, S.L.;Nagel, R.N.;Preiss, K.: Agile competitors and virtual organization: Strategies for enriching the customer, New York 1995
- Goldman, S.L.et al.: Agil im Wettbewerb- Die Strategie der virtuellen Organisation zum Nutzen des Kunden, Berlin u.a. 1996
- Gunasekaran, A.: Agile manufacturing: enablers and an implementation framework, in: International Journal of Production Research 36/5/ 1998, S. 1223-1247
- Gunasekaran, A.;Yusuf, Y.Y.: Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives, in: International Journal of Production Research 40/6/ 2002, S. 1357-1385

-
- Hahn, D.: Ziele des Produktionsmanagements, in: Corsten, H. (Hrsg.): Handbuch Produktionsmanagement: Strategie- Führung- Technologie- Schnittstellen, Wiesbaden 1994, S. 24-49
- Hallgren, M.;Olhager, J.: Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes, in: International Journal of Operations & Production Management 10/ 2009, S. 976-999
- Hansmann, K.W.: Industrielles Management, München 2006
- Hayes, H.;Wheelwright, S.C.: Restoring our competitive edge- competing through manufacturing, New York 1984
- Hayes, H.;Wheelwright, S.C.;Clark, K. B.: Dynamic Manufacturing- Creating the Learning Organization, New York, London 1988
- Heinen, E.: Industriebetriebslehre als entscheidungsorientierte Unternehmensführung, in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre- Entscheidungen im Industriebetrieb, Wiesbaden 1991, S. 1-72
- Heinen, T.;Wulf, S.: Mehr Energieeffizienz in Fabriken- Ein Plädoyer, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 7-8/ 2011, S. 502-505
- Hess, T.: Netzwerkcontrolling- Instrumente und ihre Werkzeugunterstützung, Wiesbaden 2002
- Hill, T.: Manufacturing Strategy: Text and Cases, 2.Auflage, New York 2000
- Hinterberger, R.;Polak, S.: Lastverschiebung in Industrie und Gewerbe in Österreich: Chancen und Potentiale in zukünftigen Smart Grids, auf: 7.Internationale Energiewirtschaftstagung, Wien 2011
- Hinterhuber, H.: Strategische Unternehmensführung I - Strategisches Denken, 7.Auflage, Berlin, New York 2004
- Hoffmann, W.;Klien, W.;Unger, M.: Strategieplanung, in: Eschenbach, R. (Hrsg.): Controlling, Stuttgart 1995, S. 205-308
- Hoffmeister, W.: Investitionsrechnung und Nutzwertanalyse, Stuttgart-Berlin-Köln 2000
- Hopfenbeck, W.: Umweltorientiertes Management und Marketing- Konzepte, Instrumente, Praxisbeispiele, Landsberg/Lech 1990
- Hornberger, M.: TEEM- Energiemanagement zur Kostensenkung in der Produktion, auf: Energieeffizienz in der Produktion, Düsseldorf 2010
- Hornberger, M.: TEEM- Total Energy Efficiency Management: Energieeffizienz in der Produktion, auf: IPA Tagung- Energieeffizienz in der Produktion, Stuttgart 2011a

-
- Hornberger, M.: TEEM- Mit Energiemanagement zur Kostensenkung in der Produktion, auf: IPA Tagung- Green Automation, Stuttgart 2011b
- I P C C -Richtlinie: BREF Dokument- Pulp and Paperindustry, 2001
- Jacob, F.;Strube, G.: Why Go Global? The Multinational Imperative, in: Abele, E.et al. (Hrsg.): Global Production- A Handbook for Strategy and Implementation, Berlin Heidelberg 2008, S. 2-33
- Jacques, J.K.: Energy Conservation Management in Industrial Management Systems, in: Jacques, J.K.;Lesourd, J.B. and Ruiz, J.M. (Hrsg.): Modern applied Energy Conservation: New Directions in Energy Conservation Management, Chichester 1988, S. 21-36
- Johansson, G.;Winroth, M.: Introducing environmental concern in manufacturing strategies: Implications for the decision criteria, in: Management Research Review 33/ 2010, S. 877-899
- Kaiser, S.;Starzer, O.: Handbuch für betriebliches Energiemanagement, Wien 1999
- Kaluza, B.;Blecker, T.: Forschung zu Produktionsstrategien- Ergebnisse und Entwicklungsperspektiven, Klagenfurt 2003
- Kalveram, W.: Industriebetriebslehre, 7.Auflage, Wiesbaden 1969
- Krammer, T.;Mauch, W.;Taub, F.: Meßtechnische Anlagen- Basis des betrieblichen Energiemanagements, im Tagungsband zu: Betriebliches Energiemanagement, Cottbus 1999, S. 149-156
- Kröher, M.O.;Student, D.: Wind of Change, in: Manager Magazin 7/ 2011, S. 90-97
- Lackner, E.: Entscheidungsmodell zur Implementierung von Behältermanagement in Unternehmen - Aktueller Stand der Forschung und Ansätze aus Logistik, Supply Chain- und Prozessmanagement, Dissertation, Montanuniversität Leoben, 2007
- Löffler, T.: Energiekennzahlen für Betriebsvergleiche, Dresden 2011
- Lorber, K.E.;Sarc, R.;Pomberger, R.: Österreichische Erfahrungen zum Einsatz verschiedener Abfälle als Ersatzbrennstoffe (EBS) und mögliche Anwendungsprobleme, in: Kranert, M.et al. (Hrsg.): Tagungsband zur TAKAG 10: Türkisch-Deutsche Abfalltage 2010 - Ressourcenschutz durch Umsetzung nachhaltiger Abfallwirtschaft, München 2010, S. 327-348
- Malik, F.: Managament- Das A und O des Handwerks, Frankfurt/Main 2005
- Manager.Magazin: Grüne wollen Stromdeal mit Aluhütten einfädeln, 2011, <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/industrie/0,2828,766712,00.html>, Zugriffsdatum 26.7.2011

-
- Mann, R.: Praxis strategisches Controlling mit Checklists und Arbeitsformularen- von der strategischen Planung zur ganzheitlichen Unternehmensführung, Landsberg/Lech 1989
- Mayr Melnhof Karton: Umwelterklärung- Werk Frohnleiten, Frohnleiten 2011
- Meyer, T.;Jacob, F.: Network Design: Optimizing the Global Production Footprint, in: Abele, E.et al. (Hrsg.): Global Production- A Handbook for Strategy and Implementation, Berlin Heidelberg 2008, S. 140-190
- Mills, J.;Platts, K.;Greogory, M.: A framework for the design of manufacturing strategy processes: A contingency approach, in: International Journal of Operations & Production Management 15/ 1995, S. 17-49
- Müller, E.et al.: Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben, Berlin- Heidelberg 2009
- Musil, L.: Allgemeine Energiewirtschaftslehre, Wien- New York 1972
- Nakajima, S.: Managament der Produktionseinrichtungen (Total Productive Maintenance), Frankfurt-New York 1995
- Naumoff, C.;Shipley, A.M.: Industrial Energy Efficiency as a Risk Management Strategy, in: ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry 2007, S. 82-92
- Newman, W.R.;Hanna, M.D.: An empirical exploration of the relationship between manufacturing strategy and environmental management, in: International Journal of Operations & Production Management 4/ 1996, S. 69-87
- Nosko, H.: Rationelle Energieverwendung im Industriebetrieb: Technisch-organisatorische und ökologische Grundlagen unternehmerischer Energiepolitik, Regensburg 1986
- Nyhuis, P.et al.: Wandlungsfähige Produktionssysteme- Fit sein für die Produktion von morgen, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 5/ 2008, S. 333-337
- Die Energieintensiven Industrien in Deutschland, <http://www.energieintensive.de/index.html>, Zugriffsdatum: 18.7.2012
- OEE Six Big Losses, <http://www.oee.com/oee-six-big-losses.html>, Zugriffsdatum: 1.8.2012
- o.V.: Betriebliche Umweltkennzahlen, für: Bundesumweltministerium, Bonn-Berlin 1997
- o.V.: Gabler Wirtschaftslexikon, Wiesbaden 2004
- o.V.: Abfallverbrennungsverordnung (AVV-Novelle 2010), Wien 2010

-
- o.V.: Energy Technology Perspectives- Scenarios & Strategies to 2050, für: International Energy Agency, Paris 2010
- o.V.: Gabler Kompakt-Lexikon Wirtschaft, Wiesbaden 2010
- o.V.: AGR Nachhaltigkeitsbericht, für: Austria Glas Recycling GmbH, Wien 2011
- Offner, K.: Qualitätsaspekte im betrieblichen Energiemanagement- Ein Vorgehensmodell zur Lieferantenfestlegung auf dem liberalisierten Strommarkt, Dissertation, Technische Universität Graz, 2001
- Ohno, T.: Das Toyota Produktionssystem, Frankfurt-New York 1993
- ÖNORM EN 16001: Energiemanagementsysteme- Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung, 2009
- Österle, H.: Business Engineering: Prozeß- und Systementwicklung (Band 1- Entwurfstechniken), 2.Auflage, Berlin u.a. 1995
- Peters, T.: Thriving on Chaos- Handbook for Management revolution, New York 1987
- Pfeiffer, W.;Dögl, R.: Das Technologie-Portfolio Konzept zur Beherrschung der Schnittstelle Technik und Unternehmensstrategie, in: Hahn, D. and Taylor, B. (Hrsg.): Strategische Unternehmensplanung- Stand und Entwicklung, 4.Auflage, Heidelberg, Wien 1986, S. 149-177
- Pfeiffer, W.;Metze, G.;Schneider, W.: Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsfelder, 6.Auflage, Göttingen 1996
- Pfeiffer, W.;Weiß, E.: Lean Management- Grundlagen der Führung und Organisation lernender Unternehmen, 2.Auflage, Berlin 1994
- Pfohl, H.C.: Logistiksysteme- Gesamtwirtschaftliche und internationale Aspekte von Logistiksystemen, 8.Auflage, Berlin-Heidelberg 2010
- Porter, M.E.: Wie die Wettbewerbskräfte die Strategie beeinflussen, in: Montgomery, C.A. and Porter, M.E. (Hrsg.): Strategie, Wien 1996, S. 13-30
- Posch, W.: Ganzheitliches Energiemanagement für Industriebetriebe, Wiesbaden 2011
- Pümpin, C.: Management strategischer Erfolgspositionen- Das SEP Konzept als Grundlage wirkungsvoller Unternehmensführung, Bern-Stuttgart 1986
- R H I : Nachhaltigkeitsbericht 2011, Wien 2012
- Ramsauer, C.: Production Strategy- Mastering the Dynamics of Globalization, Graz 2009
- Raupenstrauch, H.et al.: Development of a New Energy Concept for an Aluminium Processing Company, auf: AIChE Annual Meeting, San Francisco 2006

<http://aiche.confex.com/aiche/2006/techprogram/P61752.HTM>

- Reichwald, R.;Dietel, B.: Produktionswirtschaft, in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre-Entscheidungen im Industriebetrieb, 9.Auflage, Wiesbaden 1991, S. 395-622
- Reinhart, G.et al.: Energiewertstrom- Eine Methode zur ganzheitlichen Erhöhung der Energieproduktivität, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 2010, S. S. 870-875
- Rohde, C.;Hirzel, S.;Sontag, B.: Betriebliches Energiemanagement in der industriellen Produktion, Karlsruhe 2011
- Rohdin, P.;Thollander, P.;Danestig, M.: Energy policies for increased industrial energy efficiency: Evaluation of a local energy programme for manufacturing SMEs, in: Energy Policy 35/ 2007, S. 5774-5783
- Ross, J.: Petroleum Resources Classification and Definitions, Richardson 2001
- Rothlauf, J.: Total Quality Management in Theorie und Praxis- Zum ganzheitlichen Unternehmensverständnis, 3.Auflage, München 2010
- Rüegg-Stürm, J.;Sander, S.: Controlling für Manager: Was Nicht-Controller wissen müssen, Frankfurt/Main 2009
- Sabisch, H.;Tintelnot, C.: Integriertes Benchmarking für Produkte und Produktentwicklungsprozesse, Berlin/Heidelberg 1997
- Sanchez, L.M.;Nagi, R.: A review of agile manufacturing systems, in: International Journal of Production Research 39/16/ 2001, S. 3561-3600
- Sanchez, R.: Preparing for an Uncertain Future, in: International Studies of Management & Organization 2/ 1997, S. 71-94
- Schieferdecker, B.: Technische Tools im Industriellen Energiemanagement, in: Schieferdecker, Bernd (Hrsg.): Energiemanagement Tools, Berlin, Heidelberg 2006, S. 7-98
- Schmid, C.et al.: Möglichkeiten, Potenziale, Hemnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbraucher, Karlsruhe-München 2003
- Schönsleben, P.: Integrales Logistikmanagement- Operations und Supply Chain Management innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifend, 6.Auflage, Heidelberg u.a. 2011
- Schönsleben, P.;Bunse, K.;Vodicka, M.: Mehr Energieeffizienz in der Produktion- weniger CO2 Ausstoss, 2009, <http://www.ionewmanagement.ch/de/artikelanzeige/artikelanzeige.asp?pkBerichtNr=179094>, Zugriffsdatum 21.8.2010

-
- Schreyögg, G.: Grundlagen der Organisation- Basiswissen für Studium und Praxis, Wiesbaden 2012
- Schuh, G.: Change Management- Prozesse strategiekonform gestalten, Berlin/Heidelberg 2006
- Schuh, G.; Klappert, S.; Kreysa, J.: Produktion in Hochlohnländern- Das Unmögliche möglich machen, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 5/ 2008, S. 295-298
- Schwab, A.: Elektroenergiesysteme- Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie, Berlin-Heidelberg 2009
- Shingo, S.: Das Erfolgsgeheimnis der Toyota Produktion, Landsberg/Lech 1992
- Skinner, W.: Manufacturing- missing link in corporate strategy, in: Harvard Business Review 1969, S. 136-145
- Skinner, W.: Manufacturing in the Corporate Strategy, New York u.a. 1978
- Skinner, W.: Manufacturing Strategy on the "S" curve, in: Production and Operations Management 5/ 1996, S. 3-14
- Spitzer, J.: Induscript: Allgemeine Energiewirtschaftslehre, Graz 2006
- Spur, G.: Produktion, in: Hennecke, M. and Czichos, H. (Hrsg.): Hütte- Das Ingenieurwissen, Berlin, Heidelberg, New York 2008, S. L1-L56
- Stalk, G.: Zeit- Die entscheidende Waffe im Wettbewerb, in: Montgomery, C.A. and Porter, M.E. (Hrsg.): Strategie, Wien 1996, S. 43-66
- Statistik Austria: Entwicklung der Energieintensität der Sachgüterproduktion (ohne Traktion)
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energie_effizienzindikatoren/index.html, Zugriffsdatum 17.10.2011
- Statistik Austria: Gütereinsatzstatistik 2010,
http://www.statistik.at/web_de/static/ergebnisse_im_ueberblick_guetereinsatzstatistik_im_produzierenden_bereich_034195.pdf, Zugriffsdatum 4.6.2012
- Steinar, K.: Interviews- An Introduction to Qualitative Research Interviewing, 14.Auflage, Thousand Oaks 2005
- Steinmann, H.; Schreyögg, G.: Management- Grundlagen der Unternehmensführung, Konzepte- Funktionen- Fallstudien, 6.Auflage, Wiesbaden 2005
- Stigler, H.; Gutschi, C.: Verbraucherseitiges Spitzenlastmanagement zur Optimierung des Gesamtsystems von Erzeugern und Verbrauchern, auf: 9.Symposium Energieinnovation, Graz 2006

-
- Strebel, H.: Rationelle Energienutzung, in: (Hrsg.): Ökonomische Energienutzung, München-Wien 1999, S. 1-74
- Stugger, A.: Strategisches Controlling von Distributionslogistiksystemen, Dissertation, TU Graz, 2008
- voestalpine Stahl Donawitz: Umwelterklärung- Werk Donawitz, Donawitz 2010
- voestalpine Stahl GmbH: Umwelterklärung- Aktualisierung der konsolidierten Umwelterklärung 2010, Linz 2011
- Voigt, K.I.: Industrielles Management- Industriebetriebslehre aus prozessorientierter Sicht, Berlin-Heidelberg 2008
- W&P Zementwerke GmbH: Nachhaltigkeitsupdate zur Umwelterklärung, Klein St.Paul 2009
- Waltenberger, G.: Energiemanagement in der Industrie: Die energiewirtschaftlichen Grundlagen, 2005
- Warnecke, H.J.: Die Fraktale Fabrik- Revolution der Unternehmenskultur, Berlin, Heidelberg 1992
- Warnecke, H.J.: Neue Wege zum Erfolg, in: Warnecke, H.J. and Braun, J. (Hrsg.): Vom Fraktal zum Produktionsnetzwerk- Unternehmenskooperationen erfolgreich gestalten, Berlin-Heidelberg-New York 1999, S. 3-39
- Westkämper, E.: Turbulentes Umfeld von Unternehmen, in: Zahn, E. and Westkämper, E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen- Das Stuttgarter Unternehmensmodell, Berlin, Heidelberg 2009a, S. 7-24
- Westkämper, E.: Grundlagen des Stuttgarter Unternehmensmodells, in: Zahn, E. and Westkämper, E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen- Das Stuttgarter Unternehmensmodell, Berlin, Heidelberg 2009b, S. 47-66
- Wheelwright, S.C.;Hayes, H.: Fertigung als Wettbewerbsfaktor, in: Montgomery, C.A. and Porter, M.E. (Hrsg.): Strategie, Wien 1996, S. 99-114
- Wiendahl, H.P.;Reichardt, J.;Nyhuis, P.: Handbuch Fabrikplanung- Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten, München-Wien 2009
- Wildemann, H.: Strategische Investitionsplanung: Methoden zur Bewertung neuer Produktionstechnologien, Wiesbaden 1987
- Wildemann, H.: Fertigungsstrategien- Reorganisationskonzepte für eine schlanke Produktion und Zulieferung, 2.Auflage, München 1994
- Wildemann, H.: Einsatz von Quality Gates zur Steigerung der Prozessqualität, in: Industrie Management 2010, S. 33-35

-
- Winsemius, P.;Guntram, U.: A Thousand Shades of Green- Sustainable Strategies for Competitive Advantage, London 2002
- Wirth, S.;Schenk, M.;Müller, E.: Fabrikarten, Fabriktypen und ihre Entwicklungsetappen, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 2011, S. S. 799-802
- Wohinz, J. W.et al.: Zur Durchführung empirischer Erhebungen in wissenschaftlichen Arbeiten an den Instituten für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung und Production Science and Management, Graz 2009
- Wohinz, J. W.et al.: Induscript: Industriebetriebslehre, 24.Auflage, Graz 2010
- Wohinz, J.W.: Industrielles Management- Das Grazer Modell, Wien, Graz 2003
- Wohinz, J.W.: Industriewissenschaftliches Forschungsmanual, Graz 2009
- Wohinz, J.W.;Moor, M.: Betriebliches Energiemanagement- Aktuelle Investitionen in die Zukunft, Wien-New York 1989
- Womack, J.P.;Jones, D.T.: Lean thinking: Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern, Frankfurt/Main 2004
- Womack, J.P.;Jones, D.T.;Roos, D.: The machine that changed the world, New York 1990
- Wördenweber, B.et al.: Technologie- und Innovationsmanagement im Unternehmen, 3.Auflage, Berlin-Heidelberg 2008
- Zahn, E.: Produktionsstrategie, in: Henzler, H.A. (Hrsg.): Handbuch strategischer Führung, Wiesbaden 1988, S. 515-542
- Zahn, E.: Produktion als Wettbewerbsfaktor, in: Corsten, H. (Hrsg.): Handbuch Produktionsmanagement: Strategie-Führung-Technologie-Schnittstellen, Wiesbaden 1994, S. 241-258
- Zahn, E.;Dillerup, R.: Fabrikstrategien und -strukturen im Wandel, in: Zülch, G. (Hrsg.): Vereinfachen und Verkleinern- Die neuen Strategien in der Produktion, Stuttgart 1994, S. 15-51
- Zahn, E.;Dillerup, R.;Foschiani, S.: Ansätze eines ganzheitlichen strategischen Produktionsmanagement, in: Seghezzi, H.D. (Hrsg.): Ganzheitliche Unternehmensführung, Stuttgart 1997, S. 129-166
- Zangemeister, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik- Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen, München 1971
- Zäpfel, G.: Strategisches Produktionsmanagement, 2.Aufl.Auflage, München 2000