

Öko- und energieeffiziente Produktion in der Industrie

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Wirtschaftsinformatik / KFK General Management

eingereicht von

Daniel Niederl

Matrikelnummer 0030993

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung
Betreuer: Ao.Univ.Prof. Bernhard Böhm
Mitwirkung: Dr. Karl-Heinz Leitner

Wien, 03.10.2010

(Unterschrift Verfasser)

(Unterschrift Betreuer)

DANIEL NIEDERL, MOMMSENGASSE 20/12, 1040 WIEN

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

WIEN, 24.10.2011

Abstract

For several decades the industrial production has been confronted with the topic ecology. Since the 1970's the environmental movement has become more and more important. Its goal is to limit the impact of mankind towards nature. One of the main contributors to the damaging of the environment are the companies who deal with production. Within the last decades there has been a shift in the mindset of both the industry and the environmentalists. There has been an enormous development towards a different point of view on ecology. It is not just a burden for the companies but helps saving commodities, energy and waste. The conflict in a companies' goals between profit and ecological impact shall be lowered by this development.

In this thesis we analyze how eco efficiency and innovation work together. We use data from a survey conducted by the Austrian Institute of Technology among over 300 industrial companies spread across Austria. It can be seen, that eco and energy efficiently producing companies use more innovative technology in their production plants. A lot of the eco efficient production methods are new and innovative as well. Hence, the line can be drawn between companies with modern production plants and those with older ones, much more than between innovative and eco efficient industrial companies.

The survey shows, that the research rate is constant with different revenues. That implies that the concrete spending on research grows with the revenue. The amount of research also has a positive influence on the growth of the revenue. Companies who invested more in this area also had more growth between 2006 and 2008. This is the case especially in the electronics industry.

Eco efficient production does not have an impact on the rate of return. This was expected, but it implies that there are no negative effects concerning the earnings if you use eco efficient technologies in production.

We can argue that ecology has become an important topic for the industry in general. More and more parts of a company are looked upon from this direction as it recently happened with innovation. It can be expected that this trend holds on in the near future.

Kurzfassung

Die industrielle Produktion wird seit geraumer Zeit mit dem Thema Ökologie konfrontiert. Seit den 1970er Jahren lässt sich eine Umweltbewegung erkennen, deren Ziel es ist, den menschlichen Einfluss auf die Natur zu begrenzen. Eine der wichtigsten Verursacher von Umweltbelastungen sind dabei die produzierenden Unternehmen. In den letzten Dekaden setzte aber ein Umdenken ein. Die Produzenten werden nicht nur als Schadstoffverursacher angesehen, vielmehr wird versucht, mit ihnen gemeinsam Lösungen zu finden, um die Umweltsituation zu verbessern. In diesem Gebiet gab es eine enorme Entwicklung, die es mit sich brachte, Ökologie von einem neuen Standpunkt aus zu betrachten. Sie ist nicht nur mehr Belastung für das Unternehmen, sondern trägt zum Erfolg bei, indem sie hilft, Rohstoffe und Energie, genauso wie Abfall, einzusparen. Der Zielkonflikt der Unternehmen, Gewinne auf der einen, unerwünschte ökologische Auswirkungen auf der anderen Seite, soll dadurch verringert werden.

Diese Arbeit untersucht, wie sehr Ökoeffizienz und Innovation zusammenhängen. Dabei wird auf vorhandenes Datenmaterial einer Umfrage unter österreichischen Industrieunternehmen, durchgeführt vom Austrian Institute of Technology, zurückgegriffen. Es zeigt sich, dass öko- bzw. energieeffizient produzierende Unternehmen mehr und intensiver innovative Technik in ihrer Produktion nutzen. Viele der ökoeffizienten Produktionsmethoden sind selbst neu und innovativ. Es lässt sich also eher zwischen Unternehmen mit moderner Produktion und solchen mit älteren Produktionsmethoden unterscheiden, als zwischen innovativen und ökoeffizienten Produzenten.

Die Untersuchung zeigt auch, dass die Forschungsquote in Bezug auf den Umsatz im Grunde konstant bleibt. Das bedeutet, dass die Forschungsausgaben mit dem Umsatz steigen. Die Höhe der Forschungsausgaben hat auch Auswirkungen auf die Umsatzsteigerungen. Unternehmen, die mehr in Forschung investierten, konnten von 2006 auf 2008 höhere Umsatzsteigerungen erzielen. Dies trifft insbesondere auf Unternehmen aus der Elektrobranche zu.

Ökoeffiziente Produktion scheint keine Auswirkungen auf die Rendite zu haben. Dieses Ergebnis wurde so erwartet. Gleichzeitig kann man aber auch festhalten, dass moderne, ökoeffiziente Produktion (die möglicherweise teurer in der Einführung ist), keine negativen Auswirkungen auf die Rendite hat.

Wir sehen, dass das Thema Ökologie in allen seinen Ausprägungen mittlerweile für die Industrie relevant geworden ist. Dabei werden immer mehr Unternehmensbereiche in die Ökologiebetrachtung mit einbezogen. So ist dem Thema Ökoinnovation in den letzten Jahren mehr Aufmerksamkeit seitens der Politik zuteil geworden, unter anderem durch ein Förderprogramm der Europäischen Union. Ökologie in den Unternehmen ist und bleibt also, in verschiedenen Ausprägungen und unter verschiedenen Namen, relevant für die Politik und damit für die Gesellschaft.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	iii
Kurzfassung	iv
Inhaltsverzeichnis	v
Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis	viii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Forschungsfragen	5
1.4 Angewandte wissenschaftliche Methoden	8
I Theorie	11
2 Betriebliche Innovation	13
2.1 Der Innovationsbegriff	13
2.2 Innovationsarten	21
2.3 Dynamische Innovationsmodelle	36
2.4 Innovation als Managementaufgabe	41
3 Ökoeffizienz	45
3.1 Hintergrund	46
3.2 Definition	46
3.3 Messbarkeit von Ökoeffizienz	47
3.4 Ökoeffizienz in der Industrie	50
4 Ökoeffektivität	53

4.1	Kritik am Konzept der Ökoeffizienz	53
4.2	Alternative Ökoeffektivität	53
4.3	Gelungene Umsetzungen	54
5	Ökoinnovation	57
5.1	Nachhaltige Produktion	57
5.2	Das Konzept der Ökoinnovation	58
5.3	Messbarkeit von Ökoinnovation	60
II Empirische Untersuchung		65
6	Analyse der Befragung des AIT	67
6.1	Überblick zum Fragebogen	67
6.2	Messbarkeit von Ökoeffizienz	67
6.3	Messbarkeit der Innovation	68
6.4	Meßbarkeit von Ökoinnovation	70
6.5	Angewandte statistische Methoden	70
6.6	Methodik zur Analyse der Fragen	71
7	Auswertung	75
7.1	Allgemeine Charakteristika der teilnehmenden Unternehmen	75
7.2	Ökoeffiziente Produktion in den Unternehmen	83
7.3	Innovation in den Unternehmen	93
7.4	Forschung und der wirtschaftliche Erfolg	100
7.5	Ökoeffizienz und Forschung	109
7.6	Innovative Produktion und Ökoeffizienz	110
7.7	Ökoeffiziente Produktion und der wirtschaftliche Erfolg	114
7.8	Ökoeffiziente Produktion und die Nachhaltigkeitsfaktoren	118
7.9	Ökoeffizienz und die Innovationskraft	118
III Zusammenfassung		121
8	Ausblick	123
8.1	Zukünftige Umfragen	123
8.2	Entwicklung von Ökologie in Unternehmen	124
9	Fazit	127
9.1	Grundsätzliches	127
9.2	Erkenntnisse zur Auswertung der Umfrage	127
9.3	Schlussfolgerungen	130

A Anhang	133
Literaturverzeichnis	141

Abbildungsverzeichnis

1.1	Ökoeffiziente Produktion in Unternehmen	4
2.1	Innovation als Prozess	34
2.2	Technologischer Lebenszyklus, nach Afuah (2003)	39
2.3	Die S-Kurve in der Innovation nach Foster (aus: Afuah (2003))	40
3.1	Life-Cycle-Analyse	52
7.1	Verteilung des Umsatzes im Jahr 2008, logarithmisch	77
7.2	Verteilung der Beschäftigten im Jahr 2008	79
7.3	Häufigkeitsverteilung der Unternehmen nach Branchen, Zusammenfassung	80
7.4	Verteilung der Unternehmen nach ihrer Umsatzrendite im Jahr 2008	82
7.5	Summe der Intensität der Umwelanstrengungen, nach Betriebsgröße	91
7.6	Material- und Energieeffizienz (Eigendefinition)	92
7.7	F&E-Quote, Häufigkeitsverteilung	95
7.8	Forschungsausgaben und der Umsatz	107
7.9	Einsatz innovativer Techniken, klassiert	112

Tabellenverzeichnis

2.1	Das Henderson-Clark-Modell	33
7.1	Statistische Aussagen über die Höhe des Umsatzes für 2008	76
7.2	Umsatz nach Branchen	78
7.3	Statistische Aussagen über die Anzahl der Beschäftigten 2008	78

7.4	Anzahl der Klein- Mittel- und Großunternehmen	79
7.5	Teilnehmende Unternehmen, gegliedert nach Branche	80
7.6	Anzahl der Unternehmen, gegliedert nach Größe und Branche	81
7.7	Umsatzrendite 2008	82
7.8	Umsatzrendite nach Betriebsgröße	82
7.9	Umsatzrendite nach Branchen	83
7.10	Verwendung ökoeffizienter Technologien, Teil 1	85
7.11	Verwendung ökoeffizienter Technologien, Teil 2	85
7.12	Verwendung ökoeffizienter Technologien, Teil 3	85
7.13	Anteil an Unternehmen, die ökoeffiziente Technologien verwenden, Teil 1 .	85
7.14	Anteil an Unternehmen, die ökoeffiziente Technologien verwenden, Teil 2 .	86
7.15	Anteil an Unternehmen, die ökoeffiziente Technologien verwenden, Teil 3 .	86
7.16	Anzahl von in der Produktion eingesetzten ökoeffizienten Techniken, nach Branchen	87
7.17	Verwendung von Steuerungskonzepten zur Maschinenabschaltung, nach Bran- che	87
7.18	Elektromotoren mit Drehzahlregelung, nach Branche	88
7.19	Verwendung von Rückgewinnung von Energie, nach Branche	88
7.20	Ökoeffiziente Produktion, klassifiziert	89
7.21	Summe der Umweltanstrengungen, nach Betriebsgröße	90
7.22	Summe der Nutzungsgrade der Umweltanstrengungen, nach Betriebsgröße .	91
7.23	F&E-Aktivität in den Unternehmen	94
7.24	Statistische Parameter zur Höhe der F&E-Quote	94
7.25	F&E-Aktivität in den Unternehmen, nach Branche	95
7.26	Statistische Aussagen über die Höhe der F&E-Quote, nach Branche	96
7.27	Betreiben von F&E, nach Betriebsgröße	96
7.28	Statistische Aussagen über die Höhe der F&E-Quote, nach Betriebsgröße .	97
7.29	Marktneuheiten nach Betriebsgröße	98
7.30	Marktneuheiten nach Branche	98
7.31	Statistische Aussagen über den Umsatzanteil von Marktneuheiten	99
7.32	Statistische Aussagen über den Umsatzanteil von Marktneuheiten nach Be- triebsgröße	99
7.33	Statistische Aussagen über den Umsatzanteil von Marktneuheiten nach Bran- che	100
7.34	Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, Ergebnis	101
7.35	Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz	102
7.36	Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, nur forschende Betriebe, Ergebnis	103
7.37	Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, nur forschende Betriebe	103
7.38	Forschungs- und Entwicklungsausgaben, 2008	104

7.39	Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz, Ergebnis	104
7.40	Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz	104
7.41	White-Test für das Regressionsmodell Forschung und Umsatz	105
7.42	Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz logarithmiert, Ergebnis	106
7.43	Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz logarithmiert	106
7.44	White-Test für das Regressionsmodell Forschung und Umsatz	106
7.45	Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, nach Branchen	107
7.46	Regressionsmodell: Forschung und Umsatzsteigerung, Ergebnis	108
7.47	Regressionsmodell: Forschung und Umsatzsteigerung	108
7.48	Regressionsmodell: Forschung und Umsatzsteigerung, nach Branchen . . .	109
7.49	Korrelation von Ökoeffizienz und F&E	110
7.50	Unternehmen gliedert nach der Anzahl der eingesetzten innovativen Tech- niken	111
7.51	Regressionsmodell: Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion	113
7.52	Regressionsmodell: Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion	113
7.53	White-Test für das Regressionsmodell Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion	113
7.54	Regressionsmodell: Umsatz und Ökoeffizienz in der Produktion, Ergebnis .	116
7.55	Regressionsmodell: Umsatz und Ökoeffizienz in der Produktion	116
7.56	Regressionsmodell: logarithmierter Umsatz und Ökoeffizienz in der Pro- duktion, Ergebnis	117
7.57	Regressionsmodell: logarithmierter Umsatz und Ökoeffizienz in der Pro- duktion	117
7.58	White-Test für das Regressionsmodell Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion	117
7.59	Korrelation von arbeitsorganisatorischen Maßnahmen und der F&E-Quote und der Einführung von Produktneuheiten	118
7.60	Korrelation von Ökoeffizienz in der Produktion mit verschiedenen Produkt- gruppen	119
7.61	Korrelation von Energie- und Materialeffizienz und der Einführung neuer Produkte	120

1 Einleitung

1.1 Motivation

Im Zuge der Industrialisierung erreichte der Einfluss des Menschen auf die Welt ein zuvor nicht gekanntes Niveau. Mit der immer höheren Produktionskapazität wuchs auch die Bevölkerung. Diese verlangte wiederum nach immer mehr Gütern, was die Produktion in die Höhe schnellen ließ. Die dadurch entfachte Dynamik läutete nicht nur eine bis heute andauernde Phase der Entfaltung von Wissenschaft und Kunst ein und brachte Millionen von Menschen wirtschaftliche Sicherheit und gesellschaftliche Freiheit, sie brachte auch Probleme zuvor nicht gekannter Dimension mit sich. Die steigende Prosperität kam bis zur Organisierung der Arbeiterschaft nur einem kleinen Teil der Bevölkerung zugute und bis heute leben weite Teile der Menschheit in Armut. Auch die Fortschritte in der Medizin sind nur vergleichsweise wenigen Menschen zugänglich.

Das Bewusstsein, diese Probleme zu erkennen, war bei Teilen der Bevölkerung von Beginn an vorhanden, teils auch deswegen, weil diese Probleme zwar von der Dimension, nicht aber von der Form her neu waren. Menschen wurden zu jeder Zeit beherrscht, eine Elitenbildung gab es seit dem Beginn der Zivilisation. Eine Auswirkung hatte die neue Wirtschaftsweise allerdings, die zuvor nicht bekannt war. Die Dimension der industriellen Produktion war so groß geworden, dass erstmals durch den Menschen verursachte Veränderungen zu bemerken waren. Diese gab es in den Jahrhunderten davor zwar schon, sie verliefen aber über viel längere Zeiträume und waren weit weniger häufig. Nun konnte der Mensch unmittelbar miterleben, wie er die eigene Umgebung veränderte.

Es dauerte allerdings mehrere Jahrzehnte, bis diese Problematik von einem genügend großen Kreis von Menschen bemerkt wurde. Es war in den 1960er Jahren, direkt also nach der wirtschaftlich so erfolgreichen Wiederaufbauphase, als sich in der westlichen Welt Gruppierungen bildeten, deren Ziel es war, den negativen Einfluss des Menschen auf seine Umgebung zu verringern. Gleichzeitig mit den gesellschaftlichen Umbrüchen entstand auch der Begriff „Umweltschutz“.

Die ersten Jahre waren vor allem von der Konfrontation mit der Industrie geprägt. Dies hat sich in den letzten 20 Jahren gewandelt. Seit geraumer Zeit ist „Ökologie“

auch für die Industrie von Relevanz¹ und Umweltschutzorganisationen versuchen, konstruktive Wege einzuschlagen. Das auch deshalb, weil das Umweltthema vom Rand der Gesellschaft direkt in ihre Mitte gewandert ist.

Der Schutz der Umwelt wurde gerade in den letzten Jahren unter dem Namen „Klimaschutz“ immer wichtiger. Wenn auch derzeit von der Wirtschaftskrise verdeckt, wird seine Relevanz mit den absehbaren Auswirkungen des Klimawandels in den nächsten Jahren weiter steigen. Die Industrie ist in Österreich der größte Verursacher von Treibhausgasen² und steht bereits jetzt unter Druck, den CO₂-Ausstoß zu beschränken. Auch wenn die meisten negativen Auswirkungen der derzeitigen Produktionsweise erst in der Zukunft sichtbar werden, muss schon heute mit einer Verhaltensänderung begonnen werden. Katastrophen wie die Havarie der Bohrinne „Deepwater Horizon“ oder die Kernschmelze der Reaktoren in Fukushima rufen zusätzlich in Erinnerung, dass die Änderung des Klimas nicht die einzige Sorge ist, sondern dass unsere Welt schon heute großen Belastungen ausgesetzt ist.

Auch das Thema „Effizienz“ ist gerade in der Produktion, vor allem durch steigenden Kostendruck, der durch die jüngste Krise noch verschärft wurde, sehr wichtig geworden. Es ist wichtig, mit möglichst geringem Mitteleinsatz so viel wie möglich zu produzieren. Das Konzept der ökoefizienten Produktion, das diese beiden Themengebiete „Ökologie“ und „Effizienz“ umfasst, ist deshalb nicht nur zukunftsfruchtig, sondern wird vielfach schon verfolgt.³

Gleichzeitig ist Innovation einer der wichtigsten Faktoren, um sich als Unternehmen einen Vorteil gegenüber der Konkurrenz zu schaffen.⁴ Erst mit genügend Innovationskraft kann auf die dynamisch wechselnden Anforderungen in der Wirtschaft reagiert werden. Wird diese Strategie mit Nachdruck verfolgt, wird ein Unternehmen zu einem Akteur, der auch Entwicklungen vorgeben kann, was im strategischen Interesse eines jeden Unternehmens liegt.

In der Zusammenführung der beiden Themen „Ökologie“ und „Innovation“ ergeben sich deshalb höchst aktuelle Fragestellungen. Nicht nur die „Green Industries“, die ein hohes Marktpotential in der Zukunft haben werden,⁵ sondern auch die „alte“ Industrie ist mit diesem Thema beschäftigt – als Beispiel dafür lassen sich umweltorientierte technologische Prozessinnovationen anführen, die für den Beginn dieser Entwicklung stehen.⁶ So stellen sich unweigerlich Fragen über den Zusammenhang von Innovation, Ökologie und Erfolg. Diese Fragen sollen, soweit möglich, mit empirischen Mitteln in dieser Diplomarbeit behandelt werden.

¹Weizsäcker (2001)

²Umweltbundesamt (2010).

³Bleischwitz (2004); Wagner (2002).

⁴Afuah (2003).

⁵Walther (2009).

⁶Schwarz (1999).

1.2 Zielsetzung

Der Kern der Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Frage, welche Zusammenhänge es zwischen Ökoeffizienz, Innovation und Unternehmenserfolg gibt. Dafür wird zum Einen die Theorie zu diesen Themen aufgearbeitet. Es gibt eine substantielle Menge an Literatur dazu, auch die Verbindungen zwischen diesen Problembereichen wurden untersucht. Der Zusammenhang zwischen Erfolg und Innovation wurde ebenso beschrieben wie der zwischen Ökoeffizienz und Erfolg. Die Zusammenhänge von Innovation und Ökoeffizienz werden in der Literatur seit wenigen Jahren ebenfalls behandelt; hier hat sich der Begriff „Ökoinnovation“ durchgesetzt. Weniger Quellen lassen sich zum Zusammenhang aller drei Bereiche Innovation, Ökoeffizienz und Erfolg auf einmal finden.

Wesentlich ist aber auch, wie die in der Literatur beschriebenen Modelle und Theorien in der Praxis umgesetzt werden und sichtbar sind. Österreich ist als hoch industrialisiertes Land, mit einem immer noch wesentlichen Anteil der Industrie am BIP⁷, ein interessanter Kandidat für eine solche Untersuchung.

Basierend auf einer von dem Austrian Institute of Technology (AIT)⁸ alle zwei Jahre durchgeführten Umfrage in über 3000 österreichischen Industrieunternehmen soll deshalb mit Hilfe statistischer Verfahren geklärt werden, in wie weit österreichische Unternehmen bereits ökoeffiziente Technologien in ihren Produktionsprozessen anwenden. Die Umfrage an sich wird periodisch durchgeführt, etwa alle zwei Jahre, und beschäftigt sich mit Modernisierungen in der Produktion österreichischer Unternehmen. Die aktuell vorliegende Befragung aus dem Jahr 2009 widmet erstmals einen Teil der Umfrage dem Thema Ökoeffizienz, wobei vor allem gefragt wird, welche ökoeffizienten Produktionstechnologien eingesetzt wurden.

Aufgrund dessen, dass erstmalig ökoeffiziente Technologien miteinbezogen wurden und nur wenige Fragen überhaupt Ökoeffizienz behandelten, da der Gesamtfokus der Umfrage auf der Innovation lag, ist die Datenlage eingeschränkt. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Da Vergleiche mit vorherigen Umfragen fehlen, ist es nicht möglich, Veränderungen über Zeiträume oder Trends zu analysieren. Die Betrachtung bleibt auf den einzelnen Zeitpunkt beschränkt. Frühestens bei der Analyse des nächsten Fragebogens wird es möglich sein, Veränderungen in einem bestimmten Zeitraum zu untersuchen.

Zu Beginn werden grundlegende statistische Eigenschaften analysiert. Es soll ein Überblick darüber gewonnen werden, in welchem Ausmaß ökoeffiziente Technologien überhaupt eingesetzt werden, wie hoch der Energieverbrauch ist und inwieweit die Unternehmen forschend tätig sind bzw. innovative Produkte am Markt platzieren. Im Theorieteil werden dafür die Definitionen erarbeitet, was als innovativ oder als ökoeffizient zu bezeichnen ist.

⁷Bruttoinlandsprodukt

⁸<http://www.ait.ac.at/>, vormals: Austrian Research Center

In einem zweiten Schritt stellen sich dann die Fragen zur Interpretation der Umfrageergebnisse. Es gibt hier mehrere Richtungen, die überprüft werden sollen. Die Hypothese lautet, dass Unternehmen, die selbst innovativ sind, also die sich selbst als Innovatoren betätigen, auch in ihrer Produktionsweise innovativer und auch ökoeffizienter sind. Gleichzeitig sollten diese Unternehmen auch erfolgreicher sein. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 1.1 schematisch dargestellt.

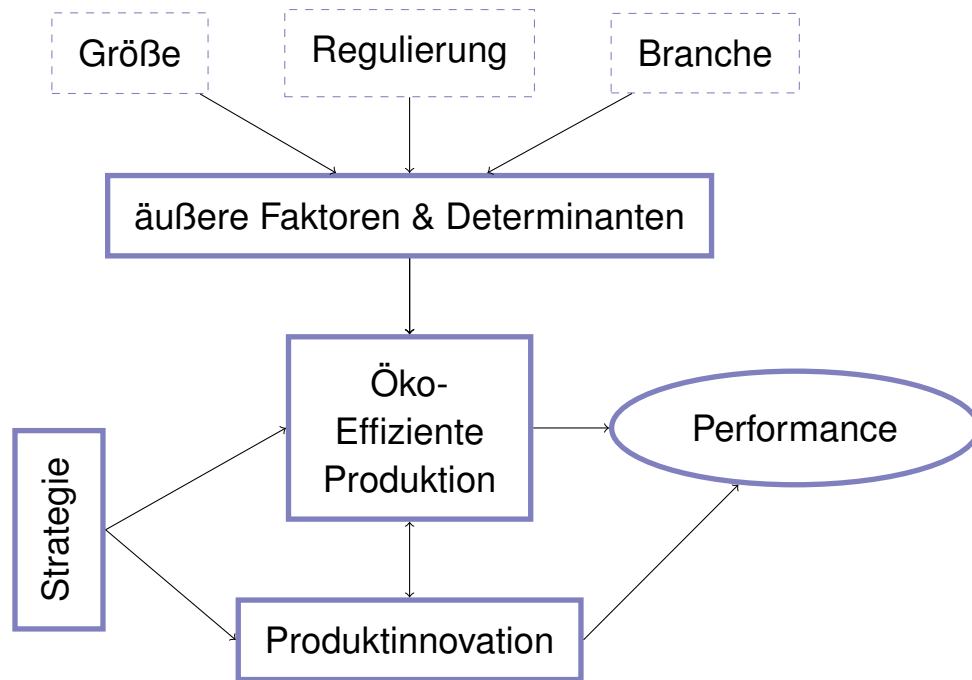


Abbildung 1.1: Ökoeffiziente Produktion in Unternehmen

In diesem Modell werden die Ergebnisse, der Unternehmenserfolg ursächlich von zwei Bereichen bestimmt: Den äußeren Faktoren und der Unternehmensstrategie, die innerhalb der gegebenen Determinanten definiert werden kann. Die Umstände sind nur zu einem gewissen Teil selbst bestimmbar und können nicht in ihrer Gesamtheit abgebildet werden. Beispielsweise ist die Regulierung ein wichtiger Faktor, man denke hier an die verschiedenen gesetzlichen Regelungen, Umweltauflagen usw. Da sich die Umfrage aber auf Österreich bezieht, wo die Gesetze für alle Teilnehmer die selben sind, wird dieser wesentliche Faktor ausgeklammert. Er bietet aber für die Zukunft ein interessantes Forschungsfeld, wenn beispielsweise die hier gestellten Forschungsfragen einem europäischen Vergleich unterzogen werden. Zwei wichtige Determinanten bilden die Unternehmensgröße und die jeweilige Branche der Teilnehmer. Deshalb werden diese auch einem Vergleich unterzogen und die Fragen, soweit möglich, getrennt nach Branchen und Unternehmensgröße untersucht.

Die Strategie bestimmt die Ausrichtung des Unternehmens in seiner Gesamtheit, definiert die groben Ziele bis hin zu den einzelnen Tasks, die sich daraus ergeben. Das postulierte Modell greift zwei Teilbereiche heraus: Ökoeffizienz in der Produktion und die Innovation, sowohl in den eingesetzten Produktionstechniken als auch in den hergestellten Produkten. Beide Bereiche werden direkt von der Unternehmensstrategie bestimmt, was sie als Untersuchungsgegenstand umso interessanter macht.

Die Hypothese lautet, dass Innovation und Ökoeffizienz (beide sowohl bezogen auf die Produktion als auch auf die hergestellten Güter) direkte, positive Auswirkungen auf den Geschäftserfolg, die Performance, haben.

Können die postulierten positiven Effekte durch Unterstützung von Ökoeffizienz und Innovation durch die Analyse der Befragung nachgewiesen werden, haben die Unternehmen die Möglichkeit, ihre Strategie anzupassen um ihre Performance zu verbessern. Es ist klar, dass dies nur eine theoretische Möglichkeit darstellt, allerdings sind Änderungen oder Anpassungen der Strategie immerhin machbar, während Veränderungen der Determinanten teils gar nicht möglich, meist aber zumindest schwer zu erreichen sind (z.B. über Gesetzesänderungen).

Ein Ziel dieser Diplomarbeit ist es, mit den Ergebnissen der Untersuchung das strategische Management in seiner Entscheidungsfindung zu unterstützen. Denn nur auf dieser Ebene können die Weichen gestellt werden, um den Ansatz, wie produziert wird und welche Anstrengungen hin zu mehr Innovation unternommen werden, zu verändern.

1.3 Forschungsfragen

Aus den Zielen der Diplomarbeit ergeben sich direkt die Forschungsfragen. Behalten wir das postulierte System, visualisiert in Abbildung 1.1, im Gedächtnis, sind die entscheidenden Fragen diejenigen, die das Zusammenwirken von Ökoeffizienz und Innovation und ihre Auswirkungen auf den Unternehmenserfolg betreffen. Dies wird zunächst für alle Teilnehmer zusammen untersucht. Dabei verschwinden aber viele Unterschiede, wie die zwischen unterschiedlich großen Unternehmen oder verschiedenen Branchen. Deshalb sollen diese Determinanten, soweit möglich, in die Untersuchung mit einbezogen werden.

Ökoeffizienz wird aus denjenigen Angaben der Umfrage heraus berechnet, die zeigen, welche Technologien im Einsatz sind und ob Zertifizierungen eingesetzt werden. Dabei werden die Ergebnisse nach Unternehmensgröße und nach Branche aufgeschlüsselt, womit sich erweisen sollte, welche Art von Unternehmen besonders auf Prozessinnovationen setzen. Es kann vermutet werden, dass gerade Firmen mit Massenproduktion eher in diese Richtung gehen, da sich in diesen Bereichen Einsparungen in den Prozessen stark auf den wirtschaftlichen Erfolg auswirken. Eine wichtige Kennzahl wird dabei

der Energieverbrauch sein, wobei hier vor allem zwischen Unternehmen der gleichen Branche und ähnlicher Größe Vergleiche gezogen werden.

Die Innovationskraft der Unternehmen zu beurteilen ist ein zweiter Teil der Untersuchung. Hier geht es einerseits um den Einsatz innovativer Technologien, andererseits um die Tätigkeit als Innovator. Es wird untersucht, wie hoch die F&E-Quote der Unternehmen ist und ob sie selbst innovative Produkte auf den Markt bringen.

Sind diese Fragen erörtert, soll ausgewertet werden, inwiefern Zusammenhänge feststellbar sind. Können beispielsweise Unternehmen mit stärkeren F&E-Anstrengungen als prädestiniert für den Einsatz ökoeffizienter Produktionsmethoden angesehen werden? Das heißt: Ergibt eine höhere F&E Quote auch einen verstärkten Einsatz von ökoeffizienten Technologien?

Dazu stellt sich auch die Frage, ob Unternehmen, die in ihrer Produktion auf moderne Technologien setzen, auch prädestiniert sind, ökoeffizient zu produzieren. Hier können die Ergebnisse der Voruntersuchungen herangezogen werden um Korrelationen festzustellen. In diesem Zusammenhang sollen auch die Korrelationen hinsichtlich der Produktinnovationen und dem Grad dieser Produktinnovationen untersucht werden. Dabei soll die Frage beantwortet werden, ob Betriebe mit hohem Produktinnovationsgrad auch vermehrte Anstrengungen im Bereich der ökoeffizienten Produktion vornehmen.

Um das in Abschnitt 1.2 postulierte System auf Gültigkeit zu überprüfen wird schlussendlich die Korrelation von Ökoeffizienz, Innovation und Erfolg bewertet. Damit soll der Frage nachgegangen werden, ob Firmen, die Innovationen einsetzen, selbst relevante F&E betreiben und ökoeffizient produzieren, auch wirtschaftlich erfolgreicher sind als Firmen, die dies in wesentlich geringerem Ausmaß tun. Bei mehreren Publikationen, wie bei Derwall et. al., Wagner oder Grabher, wurden Zusammenhänge festgestellt⁹, doch weitere Untersuchungen zum Einfluss von Ökoeffizienz und Innovation auf den Erfolg werden von den Wissenschaftlern empfohlen¹⁰.

Es ist wichtig, Ökoeffizienz und Innovation nicht unabhängig von einander zu sehen, da beide in Unternehmen aufeinander wirken. Dies soll in der Arbeit empirisch nachgewiesen werden. Als Werkzeug für das strategische Management geht es dabei darum, das Unternehmen in eine selbst gewählte Richtung zu lenken. Mehr Innovation oder Ökoeffizienz können dabei aber nicht isoliert voneinander betrachtet werden. Es bedarf bei Unternehmen, die in diese Richtung gehen wollen, wohl eines Paradigmenwechsels. Eine Betrachtung anhand der Nachhaltigkeitsfaktoren scheint den geforderten Umfang zu bieten. Es geht dabei um eine hohe Effizienz in der Produktion, einer F&E, die von Beginn an einen geringen Ressourcenverbrauch bei ihren Innovationen berücksichtigt (der „cradle to cradle“ Gedanke), einer hohen Produkt-Recyclingquote, den wirtschaftlichen Erfolg, Mitarbeiter die Verantwortung tragen, sich weiter bilden und einen hohen Wert für das Unternehmen darstellen.

⁹Guenster et al. (2005); Wagner (2002).; Grabher (2001)

¹⁰Wagner (2002).

Es wird erwartet, dass ökoeffiziente Produktion (in Form von Effizienz-Steigerungen in der Produktion) und Innovation (Weiterbildung der Mitarbeiter, Ressourcenverbrauch) positiv zu den Nachhaltigkeitsfaktoren beitragen. Es wird erwartet, dass sich positive Korrelationen zeigen und die einzelnen Nachhaltigkeitsfaktoren umso stärker ausgeprägt sind, je innovativer und ökoeffizienter die Produktionsmethoden sind.

Die Kernthematik umfasst also folgende Fragen:

- Welche die Ökoeffizienz steigernden Technologien werden eingesetzt, aufgeschlüsselt nach Branche und Unternehmensgröße? Diese Frage behandelt das Kästchen „Ökoeffizienz“ im Modell.
- Führt eine höhere F&E-Quote zur Verwendung von ökoeffizienten Produktionsmethoden? Diese Frage hängt mit der Unternehmensstrategie zusammen, denn die Ausrichtung des Unternehmens bestimmt die Höhe der Forschungsquote.
- Lässt sich von einem hohen Innovationsgrad in der Produktion auch auf eine ökoeffiziente Produktion schließen? Wie hängen also innovative und ökoeffiziente Technologien in der Produktion zusammen?
- Wirkt sich der Einsatz ökoeffizienter Produktion auf den wirtschaftlichen Erfolg aus? Diese Frage wendet sich dem skizzierten Zusammenhang von Ökoeffizienz und Performance zu.
- Welchen Zusammenhang gibt es zwischen ökoeffizienter Produktion, Innovation und der Erfüllung der Nachhaltigkeitsfaktoren? Hier geht es um die Auswirkungen der eingesetzten Technologien und der Innovationstätigkeit.
- Kann von einem hohen Innovationsgrad in den Produkten auf ein ökoeffizientes Unternehmen geschlossen werden, bzw. vice versa? Diese Frage behandelt den Zusammenhang von Ökoeffizienz und den am Markt eingeführten Innovationen und unterscheidet sich so vom dritten Punkt der Aufzählung, welcher auf die Produktionstechnologien eingeht.

Dabei ist darauf hinzuweisen, dass der verwendete Fragebogen, der im Anhang zu finden ist, im Bereich der Ökoeffizienz nur wenige Fragen umfasst. Zur Analyse der Innovationskraft kann hingegen, aufgrund des Fokus auf dieses Thema im Fragebogen und der Expertise der Ersteller in diesem Gebiet, auf mehr Material in Form von Fragen zurückgegriffen werden.

Der Fragebogen steht unter dem Titel „Modernisierung in der Produktion“ und befasst sich folgerichtig mit produzierenden Unternehmen. Es sollen „Stand und Entwicklung von Modernisierungsmaßnahmen in der Produktion“ erfasst werden. Dazu wird zum einen nach der Verwendung verschiedenster Konzepte in der Produktion gefragt. Die weiteren Fragen dienen dazu, die Unternehmen genauer zu charakterisieren. Erfragt

werden unter anderem der Anteil innovativer Produkte, die Nutzung von modernen Organisationskonzepten, der Umfang produktbegleitender Dienstleistungen, die Art der Produkte, sowie Basiskennzahlen wie Umsatz, Rendite, Forschungsquote und die Anzahl der Mitarbeiter.

1.4 Angewandte wissenschaftliche Methoden

Diese Diplomarbeit umfasst, im Einklang mit den vorgegebenen Richtlinien ¹¹, einen theoretischen und einen empirischen Teil. Im Theorieteil wird die aktuelle Literatur analysiert und zusammengefasst. Dabei liegt der Fokus auf den Themen „Innovation“ und „Ökoeffizienz“, wobei (neben den Grundlagen) besonders auf Beispiele mit Industriebezug eingegangen werden soll. Daneben soll auch die Möglichkeit der Messbarkeit von Anwendungen dieser Konzepte besprochen werden, da diese die Grundlage der Aussagen der empirischen Analyse bilden.

Basierend auf empirische Daten, die im Rahmen der Umfrage „Modernisierung der Produktion“ von der AIT erhoben wurden, sollen die Forschungsfragen behandelt und, wenn möglich, auch beantwortet werden. Dabei wird auf die im ersten Teil erarbeitete Theorie aufgebaut. Während aufgrund der Fülle an Fragen für die Messbarkeit der Innovation genügend Daten gegeben sind um relevante Aussagen treffen zu können, ist dies bei Aussagen zur Ökoeffizienz der Unternehmen unsicher. Hier wird eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Daten den Grad an Ökoeffizienz bestimmen. Aufgrund der geringen Datenmenge werden die Aussagen auf diesem Gebiet aber nur mit Vorsicht getroffen werden.

1.4.1 Die Bestimmung von Ökoeffizienz

Anhand von Ausführungen dieses Konzepts soll Ökoeffizienz auch meßbar gemacht werden. Die Bestimmung dieser Ausführungen ist sehr anspruchsvoll. Der Hauptgrund liegt darin, dass es keine allgemeingültige Größe gibt, die der Ökoeffizienz einen Wert zuweist. Bei der Angabe des wirtschaftlichen Erfolges ist die Situation anders: Umsatz, Gewinn, Rendite, ROI u.ä. sind Größen, die einem großen Kreis von Menschen verständlich sind, da die Berechnungsarten bekannt sind. Im Bereich der Ökoeffizienz ist dies nicht der Fall. Was ist Ökoeffizienz, wie drückt sie sich aus? Zuerst müssen also Variablen identifiziert werden, die Ökoeffizienz repräsentieren. In der Literatur wurden dazu eine Vielzahl von Verfahren vorgestellt.

Grundsätzlich kann unterschieden werden zwischen mathematisch exakten Verfahren wie der DEA¹² und auf Umfragen basierenden, quantitativen Methoden. Exakte

¹¹<http://www.informatik.tuwien.ac.at/lehre/richtlinien/diplomarbeit-richtlinie.pdf>

¹²Data envelopment analysis, vgl. Böhm (2005).

Verfahren benötigen viele Daten wie erwünschte und nicht erwünschte Inputs und Outputs. Diese Daten stehen aber in unserem Fall nicht zur Verfügung, weshalb die Aussagekraft der Arbeit in diesem Bereich eingeschränkt werden muss. Als einzige exakte Größe kann der Energieverbrauch analysiert werden, alle anderen Angaben sind qualitativer Natur. Diese werden gewichtet und, vergleichbar mit der Arbeit von Günster¹³, in ein Scoring-Modell eingearbeitet, das eine Bewertung der Ökoeffizienz eines Unternehmens im Rahmen dieser Arbeit zulässt.

Da diese Arbeit sich mit der Industrie, also produzierenden Unternehmen auseinandersetzt, beziehen sich diese Daten vor allem auf die Produktion: Welche Techniken und Konzepte werden dort eingesetzt, wie effizient wird das Material genutzt und welche Kennzahlensysteme sind implementiert. Diese Informationen können als Variablen verwendet werden, um die Frage zu beantworten, wie ökoeffizient ein Unternehmen arbeitet. Es ergeben sich verschiedene Sichtweisen oder auch Darstellungsmöglichkeiten für die Frage, was als „ökoeffizient“ zu bezeichnen ist. Es werden dabei sowohl die einzelnen Technologien und ihre Auswirkungen besprochen als auch die Summe der eingesetzten Technologien pro Unternehmen mit Betriebserfolg oder Innovationskraft in Beziehung gesetzt.

1.4.2 Die Bestimmung von Innovation

Die Innovation in Unternehmen bezieht sich auf zwei Bereiche. Zuerst die Innovation im internen Ablauf, damit sind vor allem die Produktion, aber auch Organisation und F&E gemeint. Dieses Feld bildet den ersten Schwerpunkt des Innovationsteils, da es den Hauptteil des Fragebogens ausmacht.

Der zweite Schwerpunkt ist die Innovationsleistung der Unternehmen, also ob sie selbst innovative Produkte und Dienstleistungen anbieten. Auch diese Frage wird in dem Fragebogen behandelt. Ähnlich wie im Bereich der Ökoeffizienz werden auch hier die einzelnen verwendeten Technologien als auch die Summe der verwendeten Technologien pro Betrieb analysiert. Zusätzlich ist es möglich, den Output der Unternehmen zu analysieren, also die eingeführten Innovationen und ihr Anteil am Unternehmensumsatz. Im Vergleich mit den Variablen zur Ökoeffizienz ist die Anzahl im Bereich Innovation größer.

1.4.3 Berechnungsverfahren

Um die Daten zu analysieren und eine möglichst hohe Aussagekraft zu erhalten, werden mehrere in der Statistik übliche Berechnungsverfahren angewandt. Die Aufbereitung der Daten wurde großteils vom AIT durchgeführt, für diese Arbeit mussten die Daten nur mehr herausgegriffen werden, gegebenenfalls wurden Summen einzelner Ergeb-

¹³Günster et al. (2005).

nisse gebildet. Die Berechnungen wurden elektronisch durchgeführt, die verwendeten Programme waren SPSS¹⁴ und gretl¹⁵.

Für eine erste Analyse der Daten wurde auf deskriptive Statistiken zurückgegriffen. Um Zusammenhänge zwischen einzelnen Beobachtungen zu zeigen, wurden Schätzungen gemacht. Weiters wurden die Methoden der Korrelations- und Regressionsanalyse¹⁶ verwendet, um die verschiedenen Thesen oder Zusammenhänge zu überprüfen.

¹⁴<http://www.spss.com/>

¹⁵<http://gretl.sourceforge.net/>

¹⁶vgl. Böhm (2010).

Teil I
Theorie

2 Betriebliche Innovation

Der Begriff der Innovation ist ein Schlagwort, das wohl in keiner Firmenpräsentation fehlen darf. Doch obwohl dieser Begriff im unternehmerischen Umfeld bekannt ist wie kaum ein anderer, tun sich viele mit einer genauen Definition schwer. Noch schwerer ist es herauszufinden, welche Organisation innovativ ist und welche nicht. Die Gründe für Innovation bleiben dann oft im Dunkeln.

Da wir im empirischen Teil die Innovationsleistung und ihre Auswirkungen auf die Unternehmen untersuchen wollen ist es notwendig, genau diese Fragen anhand der aktuellen Literatur zu beantworten.

In dieser Arbeit wird Innovation im betrieblichen Kontext untersucht. Die Innovationskraft von Unternehmen wird als einer der wichtigsten Faktoren gesehen, um im Wettbewerb bestehen zu können. Um diese effektiv zu nutzen, ist Innovationsmanagement gefragt. Bei der wissenschaftlichen Untersuchung dieses Feldes stellen sich damit mehrere Fragen. Einerseits geht es um den Innovationsbegriff an sich. Was ist Innovation, wie kommt sie zustande und wie kann sie gemessen werden? Andererseits stellt sich die Frage nach der Einbettung in ein betriebliches Umfeld. Wie kann Innovation begleitet und vor allem richtig betrieben werden, wie kann sie angestoßen und gefördert werden? Dies alles sind Fragen, die den Begriff „Innovationsmanagement“ umschreiben.

2.1 Der Innovationsbegriff

Zu Beginn stellt sich die Frage, was Innovation ist und wie sie definiert werden kann. Der Begriff an sich wurde zuerst von Schumpeter in einem wissenschaftlichen Kontext gebraucht (der Begriff taucht bei ihm erstmals 1939 auf¹).

Er beginnt mit den Fragen „wie das wirtschaftliche System Entwicklung hervorbringt“ und „wodurch wird veranlasst, daß sich dieser [der wirtschaftliche, Anm.] Prozess in historischer Zeit verändert“². Die erste Definition lautet:

¹Schwarz (1999) S. 13.

²Schumpeter (1961) S. 79.

„Mit Veränderungen in den Methoden der Güterversorgung meinen wir einen viel breiteren Bereich von Geschehnissen, als der Ausdruck im buchstäblichen Sinne erfaßt. Wir lassen hierunter auch die Einführung neuer Güter fallen, was sogar als Standardfall angesehen werden kann. Technologische Veränderungen in der Produktion von Gütern, die schon auf dem Markt sind, die Erschließung neuer Märkte oder neuer Hilfsquellen, Taylorisierung der Arbeit, verbesserte Materialbehandlung, die Einrichtung neuer Geschäftsorganisationen wie etwa von Warenhäusern – kurz, jedes „Andersmachen“ im Gesamtbereich des Wirtschaftslebens, das alles sind Beispiele dessen, was wir Innovation nennen wollen.“³

Damit sind Innovationen aus seiner Sicht die Grundlage für wirtschaftliche Veränderung:

„Die Veränderungen im wirtschaftlichen Prozeß, die durch die Innovationen hervorgerufen werden, zusammen mit allen ihren Wirkungen und der Reaktion des ökonomischen Systems auf diese Veränderungen, werden wir mit dem Ausdruck wirtschaftliche Entwicklung bezeichnen.“⁴

Er sieht das Wesen von Innovation in der Durchsetzung neuer Kombinationen⁵. Dabei tritt sie diskontinuierlich auf, das heißt, es ist kein stetiger Prozess: Innovation erfolgt also in Sprüngen. Dabei sieht der Ökonom Schumpeter das Thema vor allem aus einer wirtschaftswissenschaftlichen Sicht. Er sieht den Unternehmer („entrepreneur“) als Hauptakteur und Promoter der Innovation und konzentriert sich dabei vor allem auf die Industrie, namentlich die seiner Zeit, den 1930er Jahren. So ist auch die Definition zu lesen, die unter Innovation „eine Veränderung in einer Produktionsfunktion, die von erster und nicht von zweiter oder noch höherer Größenordnung ist“.⁶

2.1.1 Die Durchsetzung neuer Kombinationen

Innovation geht auch nicht kontinuierlich von sich, sondern tritt unvermittelt und geballt auf, ist auch meist konzentriert auf spezielle Sektoren.⁷ Sie ist in seiner Definition ein destruktiver Prozess, der eine „kreative Zerstörung“ bedingt: Altes wird durch Innovationen nicht mehr gebraucht und verschwindet. Da allerdings durch die Innovation auch immer etwas Neues entsteht, ist dieser Begriff nicht negativ zu verstehen. Berühmte Beispiele sind die Ablösung von Pferdewagen durch das Auto oder das Ende kleiner

³Schumpeter (1961) S. 91.

⁴Schumpeter (1961) S. 94.

⁵Schumpeter (1961) S. 100 f..

⁶Schumpeter (1961) S. 101.

⁷vgl. Schumpeter (1961) S. 108

Handwerksbetriebe durch die Inbetriebnahme großer Fabriken während der industriellen Revolution. In der heutigen Zeit können der Rückgang an Briefverkehr durch E-Mail und die Verringerung der Anzahl an Festnetzanschlüssen in Österreich zugunsten der Mobiltelefone angeführt werden. Das Durchsetzen neuer Kombinationen wird anhand von fünf Fällen beschrieben.⁸ Diese werden folgend erläutert.

Herstellung eines neuen Gutes oder einer neuen Qualität eines Gutes

Die Herstellung eines neuen Gutes ist die möglicherweise „klassischste“ Form der Innovation. Unzählige Beispiele können hier genannt werden. Einem Wirtschaftsinformatiker bietet sich dabei die Einführung des IBM-PCs Anfang der 1980er Jahre an. Dieser war nicht der erste Heimcomputer (Apple und Commodore brachten schon in den 1970er Jahren erfolgreiche Serien wie den Apple II auf den Markt), war aber ein großer Erfolg und wird bis heute als Ur-PC betrachtet.⁹ Verkürzt dargestellt, stellte IBM die richtigen, teils komplett neue Komponenten zusammen, nahm die richtige Software an Bord und vermarktete ihr Produkt entsprechend. So stellte der PC eine Innovation dar, auf die alle folgenden Heimcomputer aufbauten.

Nun ist diese Darstellung nicht falsch, allerdings zeigt eine genauere Betrachtungsweise, dass mehr dahinter steckt. Zum einen waren die wesentlichen Komponenten bis 1977 schon entwickelt. Auch gute Software gab es bereits auf anderen Systemen. Was dem IBM-PC aber zum Durchbruch verhalf und ihn zu einer echten Innovation mit teils radikalen Auswirkungen machte, war letztlich ein Bündel an Entwicklungen.

Bereits vorhanden waren IBMs Marktmacht, ein gutes Betriebssystem, schnelle und gleichzeitig stabile Komponenten, gute Software wie Lotus 1-2-3 und ein konkurrenzfähiger Preis. Diese Faktoren führten dazu, dass der IBM-PC am Markt angenommen wurde.

Eine Revolution löste aber ein Umstand aus, der so nicht geplant war, der den PC in dieser Form aber erst zu einer disruptiven Innovation werden ließ. Es war dies der Einsatz von zugekaufter Hardware bei gleichzeitig modularer Bauweise. Der einzige „original“ IBM-Teil war das BIOS¹⁰, alles andere kam von Zulieferern wie Intel, die den Prozessor produzierten.

Es oblag der jungen Firma Compaq, dieses BIOS nachzubauen¹¹ und damit, durch Zukauf der anderen Teile, einen zu 100% IBM-PC kompatiblen PC zu bauen. Als die Firma Phoenix Technologies dann den Chip ebenfalls *reverse-engineered*¹² hatte und zum Verkauf anbot, war plötzlich jeder Computerhändler in der Lage, einen IBM-PC

⁸Schumpeter (1961) S. 100 f..

⁹vgl. Ceruzzi (1999) S.268 ff.

¹⁰Basic Input Output System; die Firmware eines PCs, geschrieben auf einen Chip

¹¹Ceruzzi (1999) S. 277.

¹²reverse engineering bezeichnet das Nachprogrammieren eines codes, den man selbst nicht kennt. Dies ist rechtlich möglich, solange man nicht direkt abschreibt.

kompatiblen PC zu bauen. Was folgte, war eine enorme Verbreitung dieses PCs, verbunden mit dem Aufstieg von Firmen wie Compaq, Dell oder Acer.

Zu den neuen Möglichkeiten am Hardwaresektor kamen Neuerungen bei den Programmen. Das Geschäftsmodell von IBM beruhte offensichtlich auf dem Hardwareverkauf, weshalb keine Versuche unternommen wurden, die Softwarelandschaft zu beherrschen. Die damals kleine Firma Microsoft konnte diesen Umstand nutzen, indem sie ihr Betriebssystem als exklusiver Partner von IBM vertrieben. Dieses System erlaubte es wiederum Drittanbietern, darauf basierende Anwendungen zu schreiben, die sie unabhängig von IBM oder Microsoft vertreiben konnten. Basierend auf MS-DOS entstanden so viele miteinander konkurrierende und sich schnell entwickelnde Softwareprogramme die erheblich zum Erfolg des IBM-PCs beitrugen.

Der Durchbruch des PC war also nicht nur guter Planung und einem innovativen Produkt zu verdanken, sondern auch ungewollten Nebeneffekten. Es darf auch die zeitliche Komponente nicht außer acht gelassen werden. Alle Bauteile, die IBM verwendete, waren auf einem Entwicklungsstand, der sie für einen Massenmarkt (auch preislich) attraktiv werden lies. Gleichzeitig gab es schon eine Softwareszene von einer kritischen Größe, die einen gewissen Output an Programmen erst möglich werden ließ.

Auch für den Einsatz ökoeffizienter Technologien gilt dieser Umstand im übertragenen Sinne. Es stellt sich die Frage, wann hier der Markt „reif“ ist für diese Innovationen. Ein hoher Verbreitungsgrad der Techniken in der Industrie oder auch eine Mindestanzahl an Unternehmen, die ökoeffiziente Produkte vertreiben, könnten darauf hindeuten, dass auch hier der richtige Zeitpunkt gekommen ist.

Einführung einer neuen Produktionsmethode

Veränderungen in der Produktion gibt es laufend und sie gehören zu den wichtigsten Wachstumsmotoren. Sie machen die Produktion billiger, effizienter und in neuerer Zeit meist auch umweltfreundlicher. Damit beeinflussen sie direkt die Möglichkeiten der Produkte, zu Innovationen zu werden, denn gerade der Preis spielt in der massenhaften Verbreitung eine große Rolle.

Ein eindrucksvolles, aktuelles Beispiel dafür sind die Flachbildschirme. Vor knapp zehn Jahren begannen sie ihren Siegeszug, seit 2006 bilden sie die Mehrheit der verkauften TV-Geräte in Deutschland¹³. Neben den verschiedenen großen Sprüngen in den Technologien (Plasma, LCD, OLED) waren es vor allem die Verbesserungen in der Produktion, die den Bildschirmen zum Durchbruch verhelfen: Vergleichsweise große Displays mit HD-Technologie sind schon um weit unter EUR 1000 zu kaufen und somit (inflation angepasst) in derselben Preisregion wie die Röhrenfernseher von früher, wodurch diese praktisch verschwunden sind.

¹³Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (2007).

Auch die in dieser Arbeit untersuchten ökoeffizienten Produktionsmethoden sind durchwegs jüngerer Datums. Ökoeffizient bedeutet hier vor allem eine Einsparung bei dem Ressourcen- und Energieverbrauch, also eine Senkung der *Inputs*. Technologien, die den Input senken sollen, sind aber in der Produktion erst relevant, seit diese Inputs entweder teurer geworden oder die Gesetze schärfer geworden sind.

Diese Methoden wurden meistens von Unternehmen eingeführt, die schon eine laufende Produktion hatten. Zum Zeitpunkt ihrer Einführung waren sie also für die Unternehmen „neue Produktionsmethoden“, die die Produktion veränderten. Die Vermutung, dass „ökoeffizient“ gleichzeitig auch „neu“ heißt, drängt sich also auf. Es wäre aus dieser Sicht heraus logisch, dass Unternehmen, die moderne Produktionsmethoden anwenden, auch ökoeffizient produzieren. Wie schon in der Einleitung beschrieben, soll diese Vermutung mit den Mitteln der Statistik untersucht werden.

Erschließung eines neuen Absatzmarktes

Diese Art von Innovation ist gerade im Zeitalter der Globalisierung von großer Wichtigkeit. Es gilt dabei zu beachten, dass zwei gegenteilige Einflüsse gegeben sind. Einerseits ist jeder neue Markt wie ein neuer Anlauf zu sehen, aus einer Invention (Erfindung) eine Innovation zu machen. Andererseits ist, gerade durch den freien Informationsfluss, meist schon Vorwissen vorhanden oder es gibt Konkurrenten, die den anderen Markt mit einem ähnlichen Produkt schon besetzt haben.

Es können also keine allgemein gültigen Aussagen gemacht werden. Ob ein Produkt in einem Markt auch zur Innovation wird, ist jedes Mal ungewiss. Ein sehr aktuelles Beispiel dafür ist die Durchsetzung von Mobilfunkstandards in den verschiedenen Märkten. Während sich in Europa und Asien 3G¹⁴ gerade durchzusetzen beginnt, ist in den USA eher WiFi¹⁵ verbreitet. Dieser Unterschied führte dazu, dass Apple schnell nach der Markteinführung des iPhones ein neues iPhone mit 3G-Kompatibilität auf den Markt bringen musste. Für den Start im Heimatmarkt USA war es nicht entscheidend, für die Eroberung der europäischen Märkte aber sehr wohl. Sehr spannend wird in diesem Zusammenhang die Einführung der neuesten Generation an Funknetzen, der „4G“-Netze, auch NGMN¹⁶ genannt. Die Verbreitung läuft in Europa und den USA eher schleppend, in Asien hingegen gibt es schon mehr Nutzer¹⁷.

Um sie als Konzept durchzusetzen, ist es auch für Proponenten der Ökoeffizienz wichtig, die Herausforderungen der Erschließung eines neuen Absatzmarktes zu kennen. Die gesetzlichen Regelungen sind in jedem Staat anders, sogar innerhalb der EU gibt es Unterschiede. In dieser Arbeit bleiben diese Gedanken aber hintangestellt, da

¹⁴Standards der dritten Generation wie UMTS zur schnellen Datenübertragung

¹⁵wireless fidelity, v.a. in den USA verwendete Zusammenfassung von WLAN, wireless local area network, Technologien, also kabellose Computernetzwerke

¹⁶<http://www.ngmn.org/>

¹⁷Wolfgang Schulte (2010) S. 39.

nur Österreich betrachtet wird. Wie schon in der Einleitung erwähnt, wäre es aber eine äußerst reizvolle Aufgabe, die Fragen zu Ökoeffizienz und Innovation auch in einem europäischen Kontext zu stellen.

Eroberung einer neuen Bezugsquelle von Rohstoffen oder Halbfabrikaten

Da unsere Wirtschaft auf der Verwendung von Rohstoffen und Energie basiert, sind die Erschließung derselben enorm wichtig. Da die Verwendung von Rohstoffen durch die Vergrößerung des Wirtschaftsvolumens immer weiter erhöht wird, gleichzeitig aber viele Rohstoffe seltener werden, können Erfolge in dieser Richtung ein entscheidender Wettbewerbsvorteil sein. Eine wichtige Innovation in diesem Zusammenhang war die Erschließung von Offshore-Ölquellen¹⁸ zur Rohölgewinnung.

Ohne diese Innovation könnte die derzeitige Ölproduktion wohl nicht aufrecht erhalten werden. Noch wichtiger ist aber, dass mittlerweile 41% der gesamten bekannten Ölvorkommen Offshore liegen.¹⁹ Dazu kommt, dass auch der größte Teil des noch zu entdeckenden Erdöls unter dem Meer vermutet wird.

Diese Innovation prägt unser Wirtschaftsleben heute sehr stark und gerade die Havarie der Deepwater Horizon im Frühling 2010 und die darauf folgende Umweltkatastrophe zeigen, wie gefährlich diese Abhängigkeit sein kann. Nicht nur aus diesem Grund ist die Suche nach bzw. die Erschließung von neuen Energiequellen eine der wichtigsten Aufgaben im 21. Jahrhundert. Innovationen in diesem Bereich können und werden große Auswirkungen haben. Es gibt derzeit schon einige Anzeichen dafür, dass sich in diesem Bereich etwas tut. Die Nutzung von Solarenergie hat sich in den letzten Jahren in den meisten europäischen Ländern stark intensiviert, allen voran in Deutschland und Spanien²⁰ und auch Windenergie ist eine große Hoffnung für die nächsten Jahre: Offshore-Windparks sind keine Utopie mehr, sondern werden bereits gebaut.

Die Vorreiterrolle von Deutschland und Spanien bei der Solarenergie hat auch mit ihren Gesetzgebern zu tun, die entsprechende Ökostromgesetze verabschiedeten. Gerade Deutschland, wo das Potential auf Grund der natürlichen Gegebenheiten nicht so groß ist wie im Süden, ist hier vorbildhaft.

Dies ist ein Beispiel dafür, wie äußere Einflüsse auf Unternehmen einwirken. Die Gesetzgebung bei der Nutzung erneuerbarer Energien kann mit unserem Modell gut in Einklang gebracht werden. Höhere Strompreise, bzw. die Förderung von Ökostrom haben die Auswirkung, dass die Unternehmen weniger Strom verbrauchen wollen, was in Industrieunternehmen zu ökoeffizienterer Produktion führen kann. Gleichzeitig werden Firmen ermutigt, selbst Strom zu produzieren, beispielsweise über Biomasse oder Solarenergie. In Deutschland konnten hierfür vor allem landwirtschaftliche Betriebe gewonnen werden.

¹⁸Dies sind Ölquellen, die nicht am Land sondern unter dem Meeresboden zu finden sind.

¹⁹Sandrea/Sandrea (2007).

²⁰vgl. dazu EurObservÉR Systèmes solaires (2011)

Durchführung einer Neuorganisation, wie Schaffung eines Monopols oder durch das Brechen eines Monopols

Innovationen in diesem Bereich gab es in den letzten Jahren häufiger. Durch eine neue Basistechnologie (Internet) wurden mehrere Monopole gebrochen und teils neue aufgebaut. Beispiele dafür sind MP3s, legal wie auch illegal und der Niedergang der gedruckten Zeitungen (vor allem in den USA) und der damit einhergehende Verlust von Veröffentlichungsmonopolen. Allerdings zeigt sich, dass auch im Internet Marktkonzentrationen entstehen, wie Youtube im Bereich Video oder für Österreich der Internetauftritt des ORF im Bereich Nachrichten.

Der Aufstieg von MP3²¹ kam parallel mit der Verbreitung von Hochgeschwindigkeits-Internet. Das Protokoll wurde schon Anfang der 1990er Jahre entwickelt, erlebte seinen Durchbruch aber Ende der 1990er mit der Verfügbarkeit von schnellen Internetverbindungen, wodurch erstmals Musik zwischen den Nutzern innerhalb einer akzeptablen Zeit getauscht werden konnte.

Auch wenn die Tauschbörsen in vielen Staaten bestehendes Recht verletzen, brachen sie das Monopol der CD als Medium des Musikvertriebes. Damit wurde der gesamte Markt verändert und alte Player wie die Musikindustrie bekamen große Probleme. Diese Probleme wurden bis heute nicht gelöst.²²

Die Lücke im Musikvertrieb wurde teilweise von Apple geschlossen, der eigentlich ein Computerkonzern ist. Mit iTunes wurde eine Vertriebsplattform geschaffen, die von den Kunden angenommen wurde und derzeit eine Monopolstellung einnimmt.²³

Im Bereich ökologischer Technologien könnte in naher Zukunft ebenfalls ein Monopol gebrochen werden: Das Monopol der Energieerzeugung. Derzeit gibt es nur wenige (meist staatliche) Konzerne, die die nötigen Kraftwerke zur Energieerzeugung betreiben. Der Hauptgrund dafür liegt in der Dimension der Kraftwerke und in strategischen, staatlichen Überlegungen. Mit neuen Technologien könnte aber eine dezentrale Energieversorgung möglich sein. Schon heute gibt es unzählige privat betriebene Solarkraftwerke. Auch Windenergie und Biomasse kann (und wird bereits) dezentral bereitgestellt. Auch wenn große Kraftwerke weiterhin dominieren werden, ist es durchaus möglich, dass in naher Zukunft die dezentrale Energieversorgung einen substantiellen Anteil an der Gesamtleistung ausmacht.

2.1.2 Weitere Definitionen von Innovation

Einige im deutschen Sprachraum bekannte Definitionen wurden von Jürgen Hauschildt vorgestellt. Er verweist darauf, dass durch die verschiedenen Blickwinkel auch viele verschiedene Beschreibungen von Innovation existieren. Die Bestimmung dessen, was

²¹MPEG Audio Layer III: Ein Komprimierverfahren für digital gespeicherte Musik

²²Dolata (2008) S.15ff..

²³Dolata (2008) S.20ff..

innovativ ist, soll deshalb sehr genau vorgenommen werden.²⁴ Seine Ausgangsdefinition besagt:

„Innovationen sind qualitativ neuartige Produkte oder Verfahren, die sich gegenüber einem Vergleichszustand „merklich“ – wie auch immer das zu bestimmen ist – unterscheiden.“²⁵

Damit wird vor allem auf die Neuartigkeit Bezug genommen. Diese wird aber schon durch den Begriff der Invention (oder Erfindung) bestimmt. Erst durch eine Umsetzung am Markt wird eine Invention zur Innovation. Deshalb wird die Definition ergänzt:

„Erfolgreiche Innovationen beruhen auf der Zusammenführung von demand pull und technology push. [...] Nur bei einer neuartigen Zweck-Mittel-Kombination liegt Innovation vor.“²⁶

Das stellt eine höchst wichtige Unterscheidung dar. Denn es gibt sehr viele Erfindungen, zu einer Innovation werden nur wenige. Auch Patente, also Erfindungen, die sich zumindest theoretisch am Markt positionieren können, sind noch keine Innovationen. Erst der Erfolg am Markt macht den Unterschied aus. Hauschildt ist dabei mit seiner Definition nicht allein, auch Allan Afuah geht in seiner Definition auf diesen Dualismus ein. Er stützt sich dabei auf Freeman:

“Innovation is the use of new knowledge to offer a new product or service that customers want. It is invention + commercialization.”²⁷

Innovationen entstehen also erst am Markt, weshalb sie immer im Rahmen der Unternehmung und der Marktumstände gesehen werden müssen. Afuah zitiert in seinem Buch Porter, der es genauer ausdrückt: Innovation ist ein Prozess, der immer aus einem strategischen und wettbewerbsorientierten Kontext heraus verstanden werden muss:

„It is a new way of doing things (termed invention by some authors) that is commercialized. The process of innovation cannot be separated from a firm’s strategic and competitive context.“²⁸

Innovationen werden wie erwähnt seit Schumpeter speziell auf Industrieunternehmen bezogen. Dies wird aber in der neueren Literatur weiter gefasst²⁹. Schon Schumpeter selbst hat in den 1950er Jahren seine Definition erweitert. Innovation gibt es in jedem

²⁴Hauschildt/Salomo (2007) S. 7.

²⁵Hauschildt/Salomo (2007) S. 7..

²⁶Hauschildt/Salomo (2007) S. 7..

²⁷Afuah (2003) S. 13..

²⁸Afuah (2003) S. 13..

²⁹Hauschildt/Salomo (2007) S. 13..

Bereich der Wirtschaft. So können auch im Handel und im Bankensektor Innovationen beobachtet werden.

Gerade die Innovationen der großen amerikanischen Banken in den letzten zwanzig Jahren haben Berühmtheit erlangt – asset backed securities, CDOs und so weiter. Ihre Auswirkungen, die wohl die Krise von 2008 mitverursachten, zeigt, wie unbeherrschbar Innovationen sein können.³⁰ Auch die Informationstechnologie und die damit verbundene Wirtschaft kann eine große Innovationskraft vorweisen, wie auch die Medizin. Es wird klar, dass eine Wissensgesellschaft im Gegensatz zur Industriegesellschaft einen erweiterten Innovationsbegriff benötigt.

Auch in der öffentlichen Verwaltung (E-Card) und im Sport (neue Trainingsmethoden) gibt es Innovation, sie bleiben also nicht nur auf die Wirtschaft im engeren Sinn beschränkt. Auch wenn in dieser Arbeit die österreichische Industrie betrachtet wird, soll nicht vergessen werden, dass Innovation in praktisch jedem Teil des Lebens vorkommt, als Durchsetzung des Neuen gegen Altes im Schumpeterschen Sinn. Gerade da hier auch die Nutzung von ökologisch bedeutsamen Prozessinnovationen untersucht wird, die zur Zeit der ersten Definition noch nicht absehbar war, ist eine erweiterte Definition vonnöten.

2.2 Innovationsarten

Beispiele erfolgreicher Innovationen zeigen bei genauerer Betrachtungsweise das Zusammenwirken vieler Faktoren, was die Bewertung von Innovationen sehr komplex, gleichzeitig aber auch wissenschaftlich nachvollziehbar macht. So war der IBM PC zwar für die meisten Menschen neu, es gab aber schon damals eine nicht zu kleine Gruppe an Personen, die schon PCs zuhause verwendeten, auch in Büros waren sie verbreitet. Das Konzept gab es im Grunde schon, nur wenige Änderungen machten einen umso größeren Unterschied aus. Der Erfolg stellte sich rasch ein, nahm aber einen komplett anderen Verlauf als erwartet.

Um Innovation genauer zu verstehen, um sie zielgerichtet managen zu können, muss diese deshalb in Teilen untersucht werden. Eine Möglichkeit zeigt Hauschildt, indem er Innovation als mehrdimensionales Konstrukt sieht. Jede Innovation kann also von verschiedenen Seiten betrachtet werden.³¹ Die Fragen der Dimensionen sind dabei so allgemein, dass sie alle Innovationen betreffen, gleichzeitig aber konkret genug, um substantielle Antworten erwarten zu können. Dies ist auch eines der Ziele dieser Einteilung: Innovationen messbar und kategorisierbar zu machen, auch mit dem Wunsch, sich wissenschaftlich besser mit ihnen auseinandersetzen zu können. Hauschildt unterscheidet fünf Dimensionen:

³⁰Stiglitz (2010) S. 35..

³¹Hauschildt/Salomo (2007) S. 8..

Die inhaltliche Dimension: Was ist neu?

Die Intensitätsdimension: Wie neu?

Die subjektive Dimension: Neu für wen?

Die prozessuale Dimension: Wo beginnt, wo endet die Neuerung?

Die normative Dimension: Ist neu gleich erfolgreich?

Erst durch die Kombination dieser Fragen kann bestimmt werden, was innovativ ist oder sein soll. Diese Rückschlüsse sind wichtig für ein effektives Innovationsmanagement. So kann auch die Innovation des IBM-PC mit diesen Fragen analysiert werden. Zum Beispiel war die Frage, wo die Neuerung endet für die Lieferanten des Betriebssystems und der Programme von entscheidender Bedeutung. Für IBM nicht wichtig, waren sie ein Hauptgrund für den Erfolg der Plattform. Der zweite wichtige Erfolgsfaktor lag in der Möglichkeit, den PC nachzubauen, etwas, was IBM wohl nicht gutheißen konnte. In diesem Fall war es aber auch für IBM ein Gewinn, da der Markt unglaubliche Ausmaße annahm und für „big blue“ im Endeffekt viel größeres Potential bot als ein exklusives Nischenprodukt – freilich um den Preis von starker Konkurrenz.

2.2.1 Funktionale Klassifikation von Innovation

Die Definition von Innovation als Durchsetzung neuer Kombinationen ermöglicht eine Einordnung in funktionale Bereiche. Sie können als die drei Bereiche des „integrierten Innovationsmanagements“ bezeichnet werden.³² Dazu kommt noch eine vierte Kategorie, die aber weniger von Unternehmen ausgeht.

Technische Innovationen

Technische Innovationen sind die „Klassiker“ unter den Innovationen. Größtenteils werden Innovationen noch immer primär als technisch verstanden, auch die Forschung über die Innovationskraft von Unternehmen konzentriert sich vor allem auf die Fähigkeit von Firmen, technische Erfindungen zu machen und als Innovationen am Markt durchzusetzen. Beispiele gibt es viele, vom Mobiltelefon bis hin zu Solarpanels.

Organisatorische Innovationen

Diese Art von Innovationen betreffen die Organisation von Gruppen, meist Unternehmen. Dass diese als „Organisation“ bezeichnet werden, trifft den Kern der Sache: Gruppen von Menschen müssen sich in irgendeiner Form organisieren um zusammen ein

³²Zahn/Weidler (1995) S. 362ff..

Ziel erreichen zu können. Die einfachste, noch immer angewandte Form ist die einer Hierarchie. Es hat sich allerdings herausgestellt, dass es in einer komplexer werdenden Geschäftswelt neue Konzepte braucht um erfolgreich zu sein.³³

Eine wichtige Innovation in diesem Bereich sind Matrix-Organisationen. Sie funktionieren nicht mehr nach dem klassisch hierarchischem Schema, in dem jede Person Teil einer Gruppe mit genau einem Vorgesetzten ist. In der neuen Matrix-Organisation gibt es immer zwei Vorgesetzte. Zum einen gibt es den funktionsbezogenen Leiter, beispielsweise für den Verkauf, die Entwicklungsabteilung oder die Produktion. Dazu kommt noch ein objektbezogener Vorgesetzter, der für ein gewisses Produkt über alle Funktionen hinweg zuständig ist.³⁴ Verwendet wird diese Organisationsform vor allem von großen, international tätigen Unternehmen wie IBM.

Organisatorische Innovationen stehen vor ähnlichen Herausforderungen wie technische Innovationen. Sie müssen verstanden werden, es braucht Know-How zur Umsetzung bei einer gleichzeitig vorhandenen Ablehnung von Neuheiten durch viele Menschen. Meist gibt es wenige agile Unternehmen, die diese Form ausprobieren und bei Erfolg von Nachzüglern kopiert werden.

Geschäftsbezogene Innovationen

Wie auch die organisationalen Innovationen werden Neuheiten im Geschäftsleben oft gar nicht als Innovation wahrgenommen. Dabei ist diese Art von Innovation vorhanden, seit es Geschäftsmodelle gibt. Immer wieder wurden diese erneuert, in der Antike mit den ersten weitläufigen Handelsrouten bis zum heutigen Tag, wo sich zum Beispiel der hart umkämpfte österreichische Mobilfunkmarkt vor kurzem gewandelt hat. Waren möglichst günstige Minutentarife vor wenigen Jahren noch der Mittelpunkt des Preiskampfes so wird heute mit Flatrates geworben, sowohl was die Gesprächsminuten als auch das Datenvolumen angeht.

Große Änderungen im Geschäftsmodell werden wir in naher Zukunft im Print- und Musikbereich sehen. Beide wurden durch den Vormarsch des Internet stark in Mitleidenschaft gezogen und beide werden Lösungen anbieten müssen, um in einem geänderten Markt zu überleben. Hier sind Innovationen gefragt, genauso wie in der Frage des Ökostroms, der, wie in Deutschland ersichtlich, durch geeignete staatliche Regeln, zu neuen Geschäftsmodellen für alte Branchen wie der Landwirtschaft führen kann.

Soziale Innovationen

Auch soziale Fortschritte sind Innovationen, auch wenn sie von Zahn/Weidler (1995) nicht direkt zum integrierten Innovationsmanagement gezählt werden. Sie sollten allerdings nicht vorschnell ausgeschlossen werden, da diese sozialen Innovationen zwar

³³vgl. Daft (2009)

³⁴vgl. Daft (2009)

meist von staatlicher Seite erdacht werden, aber einen großen Einfluss auf die Wirtschaft haben können. Die ausufernde Debatte um die Einführung einer staatlichen Krankenversicherung in den USA, die letztlich zumindest zu einer Reform des privaten Sektors führte, zeigen die Relevanz sozialer Innovationen.

Auch Innovationen im Bereich des Umweltschutzes können mit sozialen Innovationen verglichen werden. Als Beispiel sei der Zertifikatehandel genannt der, wenn er auch hoch umstritten ist, zumindest eine Neuerung darstellt und als solche, sollte er weiterhin angewendet werden, als Innovation bezeichnet werden kann.

2.2.2 Die inhaltliche Dimension

Die augenscheinlichste Frage, die sich im Zusammenhang mit Innovation stellt ist, welcher Gestalt diese ist. Der Ausgangspunkt des Themas „Innovation“ sind dabei Dinge, die etwas neu oder anders machen und sich gegenüber anderen durchsetzen. Der Buchdruck mit beweglichen Lettern, eingeführt von Gutenberg im 16. Jahrhundert, ist eine solche Innovation. Es war zuerst eine Erfindung, die es ermöglichte, schnell Bücher zu drucken, da die einzelnen Buchstaben immer wieder neu angeordnet werden konnten und nicht für jede Seite eines Buches eine komplette Druckplatte gemacht werden musste. Zur Innovation wurde es dadurch, dass die Erfindung sich verbreitete und alle vorherigen Systeme ablöste.

Eine andere große Innovation war die Einführung des Fließbandes zur Autoproduktion durch Henry Ford. Das Produkt blieb dabei das gleiche, durch die Umorganisation des Herstellungsprozesses konnten aber solche Kosteneinsparungen erzielt werden, dass Autos zu Massenprodukten wurden.

Innovation wird deshalb klassisch in zwei Kategorien eingeteilt: Produktinnovation und Prozessinnovation. Doch die Unterscheidung ist gar nicht so klar wie es erscheint: Der Buchdruck mit beweglichen Lettern war natürlich zuerst eine technische Produktinnovation. Allerdings wurde damit auch der Buchdruckprozess an sich geändert; es könnte sogar argumentiert werden, dass Gutenberg vor allem eine Prozessinnovation gelang, da die technischen Mittel (Presse, Drucktafeln) ja schon existierten, er nur statt einer großen viele kleine Tafeln mit einzelnen Buchstaben verwendete. Es sollte also im Hinterkopf behalten werden, dass die Unterscheidung schwer ist und meistens, wie wir noch sehen werden, beide Kategorien an Innovationen sich gegenseitig bedingen.

Produktinnovation

Hierunter fallen Neuerungen bei den „absatzfähigen Leistungen“³⁵ eines Unternehmens. Einfach ausgedrückt sind das Leistungen, die irgendwo verkauft werden können. Dazu

³⁵Schwarz (1999) S. 16..

zählen „klassische“ Produkte , die physisch existieren wie ein neues Auto, ein Mobiltelefon oder der Kindle, der erste E-Book-Reader³⁶ der sich am Markt behaupten konnte. Die zweite Kategorie bilden Services, welche die Produkte von Dienstleistern darstellen. Beispiele dafür sind elektronische Zahlungsmethoden wie PayPal oder Paybox, aber auch die Einführung der Essenzustelldienste oder das Geschäftsmodell von Catering-Unternehmen.

„Produktinnovationen sind ein Mittel, das dem Benutzer ermöglicht, neue Zwecke oder bereits vorhandene in neuartiger Weise zu erfüllen. Da Produktinnovationen sich nicht nur unternehmensintern sondern auch am Markt durchsetzen müssen, sind sie oftmals schwieriger beherrschbar als Neuerungen im Prozeß- oder Organisationsbereich.“³⁷

Wie in obigem Zitat erwähnt, liegt die Schwierigkeit bei Produktinnovationen in der Durchsetzung. Zuerst muss die Entwicklung des Produkts intern bewilligt werden, danach muss es sich am Markt bewähren. Das erklärt, weshalb nur wenige neue Produkte auch zu wirklichen Innovationen werden. Wichtig ist auch festzuhalten, dass für einen Markterfolg nicht das Produkt alleine verantwortlich ist. Es gibt viele Beispiele für zu früh eingeführte Produkte oder Neuheiten, denen zu Beginn konkrete Anwendungsmöglichkeiten aus der Sicht der Kunden fehlen. Viele dieser Neuheiten wurden erst später oder über Umwege zu erfolgreichen Produkten.

Prozessinnovation

Diese Art von Innovation ist dazu da, die Prozesse einer Organisation besser ablaufen zu lassen. Dabei können sowohl die Prozesse an sich verbessert, als auch neue Prozesse (auch durch Kombination alter) erschaffen werden. Die wohl berühmteste Prozessinnovation ist das Fließband von Henry Ford, aber auch Entwicklungen wie modernes Qualitätsmanagement oder die ständige Weiterentwicklung von Computerchipherstellungsverfahren sind in diesem Zusammenhang zu nennen.

„Prozeßinnovationen sind einerseits oftmals eine Bedingung dafür, daß neue Produkte hergestellt werden können und andererseits ermöglichen sie, bereits am Markt eingeführte Produkte kostengünstiger, sicherer, schneller und somit effizienter zu fertigen.“³⁸

Das Ziel dieser Innovation ist es also, die Effizienz zu steigern.³⁹ Deshalb folgen die Prozess- meist auf die Produktinnovationen. Zuerst wird ein neues Produkt eingeführt,

³⁶ein elektronisches Lesegerät, das auf einem speziellen, augenfreundlichen Display elektronische Dokumente darstellen kann.

³⁷Schwarz (1999) S. 16, vgl. auch Hauschildt/Salomo (2007)

³⁸Schwarz (1999) S. 16..

³⁹vgl.Hauschildt/Salomo (2007) S. 9

dann wird, um die Effizienz zu steigern und damit die Kosten zu senken, der Herstellungsprozess verbessert. Andere Gründe für die Verbesserung können das Qualitätsmanagement und die Arbeitssicherheit betreffen. Auch ökologisch besser verträgliche Produktionsverfahren können als Prozessinnovationen bezeichnet werden.

Umgekehrt kann aber auch ein verbesserter Prozess ein neues Produkt hervorbringen, meist gehen Produkt- und Prozessinnovation aber Hand in Hand. Die Prozessorherstellung ist ein Beispiel dafür. Immer bessere Herstellungsprozesse ermöglichen mehr Transistoren, gleichzeitig wird auch die Prozessorarchitektur immer intelligenter und leistungsfähiger. Diese Innovationen tragen dann dazu bei, schnellere und billigere Prozessoren herzustellen.

Weitere Arten von Innovation

Neben den vorher genannten Arten können auch Innovationen in der Organisation von Unternehmen und im Humanbereich unterschieden werden. Sie werden Organisationsinnovationen und Sozialinnovationen genannt.⁴⁰

2.2.3 Durchsetzung der Innovationen

Produktinnovationen müssen sich am Markt behaupten. Erst wenn dies geschehen ist, kann von einer erfolgreichen Innovation gesprochen werden. Prozessinnovationen müssen sich zunächst innerhalb der Organisation durchsetzen, eine Einführung dieser bei anderen Unternehmen ist nicht unbedingt notwendig, ja von den Erfindern oft gar nicht gewünscht.

Nach Hauschildt⁴¹ sind zweitens auch schwerer übertragbar. Prozessinnovationen basieren stärker auf „tacit knowledge“⁴², sind stärker mit dem Gesamtsystem verzahnt und sind komplexer, da der innovative Fortschritt schlechter erkennbar ist. Dies ist auch verständlich: Ein neues Produkt kann besser erklärt und sein Vorteil angewendet werden als eine Prozessneuerung, die möglicherweise eine neue Arbeitsweise nach sich zieht und vielleicht erst mit der Zeit Vorteile bietet. Ist eine Produktinnovation oft schon schwer zu vermitteln, ist sie doch meist leichter zu verstehen als eine Prozessinnovation.

Gerade bei hochtechnisierten Unternehmen ist aber die Trennung von Produkt- und Prozessinnovation immer mehr zu hinterfragen.⁴³ Gerade der Umstand, dass der Anteil an den produktionsnahen Diensten am BIP im Steigen ist und dabei den Rückgang der Industrie mehr als kompensiert⁴⁴ zeigt, wie stark das Produkt heute mit der Dienst-

⁴⁰vgl. Schwarz (1999) S. 17

⁴¹vgl. Schwarz (1999) S. 9

⁴²Implizites Wissen; Fähigkeiten, die nicht beschrieben werden

⁴³vgl. Hauschildt/Salomo (2007) S. 9

⁴⁴WIFO, LV Industriepolitik an der TU Wien, SS 2010

leistung zusammenhängt. In dem Dienstleistungssektor fallen nach Hauschildt Produkt- und Prozessinnovationen ganz zusammen.⁴⁵

Zusätzlich fordern hochtechnisierte Produkte auch immer neue Produktionsmethoden (man denke an Computerchiphersteller), Entwicklungen wie das TQM⁴⁶ und arbeits- und umweltrechtliche Auflagen fördern ein Nachdenken über die ablaufenden Prozesse. Deshalb schreiben Hauschildt/Salomo (2007): „In Industriebetrieben fordern Produktinnovationen zunehmend auch Prozessinnovationen.“⁴⁷ Dies gilt auch umgekehrt, da beispielsweise neue Herstellungsverfahren Produkte ermöglichen, die früher nicht denkbar waren.

2.2.4 Innovation der Systemeigenschaften

Bei der Beurteilung einer Innovation können Zahl und die Verzahnung der Elemente zu einer genaueren Analyse beitragen, da sich die Steuerung dieser Innovationen je nachdem, wie viel von einem System verändert wird, unterscheiden. Dabei wird ein systemtheoretischer Ansatz verwendet. Dieses Konzept von Hauschildt unterscheidet drei Arten von Systemen, in denen es Innovation gibt.⁴⁸

Innovative Systemkomponenten: Innovative Teile, die ein Produkt ergänzen oder verbessern. Sie fügen sich in das bestehende System ein und erweitern seine Leistungsfähigkeit. Ein Beispiel dafür ist die Einführung von 3-D Grafikbeschleunigung in PCs. Diese ermöglicht die Darstellung von 3-D Grafik in einer Komplexität, die zuvor nicht erreicht werden konnte. Dafür waren spezielle Chips vonnöten die vergleichbar mit der CPU, allerdings in ihrer Architektur auf den speziellen Zweck der Grafikdarstellung ausgerichtet sind. Diese Chips waren Teil von Einbaukarten, die sich die Erweiterbarkeit von PC-Systemen über freie Kartenslots zunutze machten.

Diese Karten waren so erfolgreich, dass sich die PC-Architektur darauf hin änderte: Ein eigener, speziell angepasster Grafiksplot wurde definiert und die darauf folgende, neue Kartengeneration dort eingebaut.

Innovative Systeme: Komplette neu designte Produkte oder Prozesse. In diese Kategorie fallen die „klassischen“ Innovationen, die einem zu Beginn in den Sinn kommen, wenn man an „Innovation“ denkt. Es sind komplett neue Erfindungen, die sich am Markt durchsetzen. Allerdings muss mit dem Begriff „komplett neu“ vorsichtig umgegangen werden, da praktisch alle Neuheiten auf älteren Gedanken aufbauen und diese weiter

⁴⁵vgl. Hauschildt/Salomo (2007) S. 9

⁴⁶Total Quality Management, umfassendes Qualitätsmanagement: Qualität als Systemziel

⁴⁷Hauschildt/Salomo (2007) S. 9.

⁴⁸Hauschildt/Salomo (2007) S. 10.

entwickeln. Auch komplett neue Ideen haben immer irgendwo eine Wurzel, wie man bei einem Blick in die Geschichte sehen kann.⁴⁹

Ein Beispiel für ein innovatives System ist das Mobiltelefon. Auch wenn es natürlich auf Ideen aufbaut, die es zuvor gab, erfüllt es doch das Kriterium der Neuheit. Die zweite wichtige Eigenschaft ist, dass es ein in sich geschlossenes System ist – keine Systemkomponente und kein Systemverbund, sondern ein Produkt, das für sich selbst funktioniert, auch wenn es natürlich neue Systemverbunde wie das GSM-Netz nützt.

Innovative Systemverbunde: Vernetzung mehrerer eigenständiger, neuartiger Systeme zu einer neuen Entität. Das bedeutet, dass mehrere Systeme zusammenarbeiten müssen, wodurch ein neues Großsystem entsteht. Ein Beispiel aus jüngster Zeit ist das Cloud Computing, wo viele Computer gemeinsam an der Lösung eines Problems arbeiten. Es resultiert aus einer Kombination der Technologien „Internet“ und „PC“. Verwendung findet diese Technik bei großen Rechenaufgaben, wo die Arbeit auf viele Computer übertragen werden kann, die jeweils an einem kleinen Teil der Lösung rechnen. So können komplexe Berechnungen ohne den bis jetzt dazu nötigen finanziellen Aufwand durchgeführt werden. Da die Computer nur in der Zeit daran arbeiten, in denen sie nicht belastet sind, merken die Teilnehmer an der Cloud fast nichts und können ihre überschüssige Rechenleistung zu Verfügung stellen. So wird durch das geschickte Ausnutzen brach liegender Leistung und Kombination mehrerer Technologien ein innovativer Systemverbund geschaffen. Analoges gilt im Energiebereich für die Kraftwerksverbund.

Diese Innovationsklassen können noch weiter unterschieden werden. Jedes System besteht aus mehreren, miteinander vernetzten Teilen. Ein PC hat beispielsweise viele Komponenten, wie Maus, Monitor, CPU, Festplatte und ähnliches. Eine Innovation kann nun entweder neue Teile hinzufügen (auch alte durch neue austauschen) oder die bestehenden Teile neu verknüpfen.⁵⁰

Modulare Innovationen: Neue Teile werden hinzugefügt, eventuell tauschen sie damit alte aus. Das Aufbau des Produktes an sich ändert sich dabei aber nicht. Die schon erwähnte Verwendung von Grafikkarten in PCs ist so eine modulare Innovation. Auch die Verwendung von Gore-Tex Materialien für Bergschuhe gehört in diese Kategorie. Durch das Material wird die Oberfläche der Schuhe gewechselt und es wird weniger Leder benötigt. Der grundsätzliche Aufbau eines Schuhs bleibt aber erhalten.

Architekturelle Innovationen: Verbinden bekannte Teile neu und schaffen dadurch neue Funktionen. Diese Innovationen ändern die Anordnung von Elementen und fügen neue dazu. Ein Beispiel aus der IT-Welt betrifft die CPU. Auf diesen werden Transistoren angeordnet um Rechenoperationen durchzuführen. Die Funktionsweise eines

⁴⁹Eine detaillierte Einführung zu diesem Thema gibt Störig (2007).

⁵⁰Hauschildt/Salomo (2007) S. 10.

Transistors bleibt immer die gleiche, aber durch immer neue Anordnungen, also neue Architekturen, werden die CPUs mit jeder Generation leistungsfähiger. Nicht nur die Anzahl der Transistoren bestimmt also die Leistung einer CPU, sondern auch ihre Architektur.

Eine sehr bekannte architekturelle Innovation war die Kombination von Kamera und Telefon (später Mobiltelefon) zur Bildtelefonie. Beide Teile waren schon vorher bekannt, ihre Kombination ermöglichte aber eine neue Art der Kommunikation über weiter Distanzen. Zwar war der Erfolg in Europa und den USA bescheiden, in Japan findet Bildtelefonie aber regen Zuspruch. Die japanische Lust an der Videotelefonie ist auch ein Grund dafür, dass Mobiltelefone schon seit mehreren Jahren Kameras installiert haben – auch wenn diese mittlerweile meistens vom Benutzer weg zeigen und dadurch zu Kompaktkameras mutierten.

Eine weitere Unterscheidung kann getroffen werden zwischen Innovationen, die den Kern eines Produktes ändern und Innovationen, die periphere Teile verändern.⁵¹ Vor allem die ersteren finden Beachtung, allerdings sollte nicht vergessen werden, dass ein modernisiertes Peripherieteil plötzlich wichtiger werden kann, beispielsweise durch geändertes Nutzungsverhalten. Beispielsweise war die Einführung von iTunes von Apple zuerst ein gutes Programm zur Musikverwaltung, im Mittelpunkt standen die modernen MP3-Player. Mittlerweile ist die Verfügbarkeit von iTunes aber ein wesentliches Merkmal und Kaufargument, da es das beliebteste Online-Geschäft für Musik darstellt.

Innovation von Kernkomponenten: Wichtige Funktionen, die für das Gesamtsystem essentiell sind. Ein Beispiel sind neue Hybrid- oder Elektroantriebe für Autos, mit denen intensiv geworben wird; neben der Leistung ist hier mittlerweile vor allem der Verbrauch ein wichtiges Kaufargument.

Innovation von Peripherteilen: Nachrangige Funktionen oder Zusatzfunktionen. Während Motoren für Autos Kernkomponenten sind, werden auch viele weniger wichtige Bauteile verbessert. Ein solches Bauteil sind die Seitenspiegel, die aber das Problem des „toten Winkels“ haben. Um diesen zu verkleinern, wurden gekrümmte Spiegel eingebaut, was sich mittlerweile bei allen Marken durchgesetzt hat. Ein weiteres Beispiel für eine Zusatzfunktion ist die Multimedia-Ausstattung, darunter die beliebten Navigationsgeräte.

Es konnte gezeigt werden, dass die dauerhafte Spitzenposition eines Unternehmens dadurch bestimmt wird, ob nachhaltig die vorhandenen Kernkomponenten durch neue ersetzt werden können.⁵² Hauschildt schließt also: „Die systemorientierte Sichtweise

⁵¹Hauschildt/Salomo (2007) S. 10.

⁵²Henderson (1995) S. 635 ff..

erlaubt es, den Ort und den Gegenstand der Innovation wesentlich differenzierter zu bestimmen als die klassische Unterscheidung von Produkt- und Prozessinnovationen.⁵³

Insgesamt ist die systemorientierte Sichtweise differenzierter, da sie mehr und relevantere Unterscheidungen trifft. Während die Trennung in Produkt- und Prozessinnovationen zunehmend schwieriger wird, gibt der systemorientierte Ansatz eine genauere Möglichkeit, den Grad und den Wert einer Innovation zu beurteilen. Zuerst kann festgestellt werden, wie viele Systemteile eine Innovation betrifft: Eine Komponente eines Systems, ein ganzes System oder einen Systemverbund. Des Weiteren kann unterschieden werden zwischen modularen Innovationen, die ein neues Teil betreffen und architektonischen Innovationen, die bestehende Teile neu anordnen. Schließlich werden Innovationen noch danach eingeteilt, ob sie eine Kernfunktion oder eine periphere Funktion betreffen. Damit gibt es theoretisch zwölf Kombinationen, die eine Innovation charakterisieren können, anstelle von zwei.

2.2.5 Der Innovationsgrad

Die Dimension der Intensität nach Hauschildt definiert, wie neu eine Innovation ist. Hier kann es große Unterschiede geben. Ein neues Auto mit einem neuen Verbrennungsmotor kann eine Innovation sein, ebenso ein neues Auto mit einem neuartigen Wasserstoffmotor.

Allerdings ist das Auto mit dem Wasserstoffmotor eine weit bedeutendere Neuerung, die, bei erfolgreicher Verbreitung, eine Vielzahl an Änderungen herbeiführen wird. Neue Tankstellen werden benötigt, es muss Produzenten von Wasserstoff geben und noch andere Dinge, die wir uns heute noch nicht vorstellen können. Diese Unterscheidung des Grades, eben die „Intensität“ der Innovation, gibt die Intensitätsdimension an.

Der Beginn der Frage nach der Neuheit setzt bei der Erfindung an. Hier gibt es durch das Patentrecht Definitionen, was als neu zu bezeichnen ist. Doch nicht nur Hauschildt erkennt in diesen Definitionen Unschärfen⁵⁴. Jahrelange Patentierungsprozesse geben genauso Zeugnis von der Komplexität der Materie wie die Tatsache, dass viele Neuerungen nicht patentiert werden. Gerade im Bereich der Softwareentwicklung, eine Branche, die prototypisch für eine neue Industrie steht, ist die Patentierung ein umstrittenes Thema. Das Wesen des Patents gibt also nur bedingt Aussage über Innovation.

Bestimmung des Innovationsgrad

Aufgrund der Notwendigkeit, die „Neuheit“ einer Sache zu bewerten, ist, wie im eingangs erwähnten Beispiel mit dem Motor eines Autos, ein Grad an Innovation zu bestimmen. Die ersten Konzepte, die eine Einordnung ermöglichen sollten, gebrauchten

⁵³Hauschildt/Salomo (2007) S. 11.

⁵⁴Hauschildt/Salomo (2007) S. 11.

Formulierungen, die als Dichotomien⁵⁵ bezeichnet werden können.⁵⁶ Noch immer werden für eine grobe Einordnung Begriffe wie „radikal“ versus „inkrementell“ verwendet.

Zur genaueren Bestimmung werden bessere Methoden benötigt. Neben dem Einsatz einer Ordinalskala wird von Hauschild deshalb der Einsatz eines Scoring-Modells oder eines multidimensionalen Modells empfohlen.

Scoring-Modell

Um genaue Aussagen über den Innovationsgrad zu machen, sind also Messwerte vonnöten. Aus einer technischen Sicht heraus führen viele einzelne Aspekte zu einer Änderung des Gesamtsystems. Die Summe der Änderungen gibt dann den Innovationsgrad an.⁵⁷ Dabei werden die einzelnen Aspekte gewichtet und können, je nach Art der Innovation auch verändert werden. So sind bei einem neuen Auto die Beschleunigung und der Verbrauch wichtig, bei einer neuen Produktionsart die Materialeffizienz. Wichtig ist, dass diese Aspekte gemessen werden können und damit eine nachvollziehbare Aussage getroffen werden kann.

Gleichzeitig hat diese Art der Bewertung den Nachteil, dass viele Innovationen aus der Kombination von Technik und Anwendung entstehen, was im Scoring-Modell nicht bedacht wird.

Multidimensionales Modell

Ähnlich wie beim Scoring-Modell werden verschiedene Teilaspekte betrachtet, die den Innovationsgrad bestimmen. Allerdings werden diese nicht zu einer Zahl verdichtet, sondern in verschiedene Dimensionen aufgespalten. Nach Schlaak⁵⁸ sind es sieben Faktoren anhand derer der Innovationsgrad festzumachen ist:

- Produkttechnologie
- Absatzmarkt
- Produktionsprozess
- Beschaffungsbereich
- Kapitalbedarf
- Formale Organisation
- Informale Organisation

⁵⁵ Aufteilung in zwei entgegengesetzte Strukturen oder Mengen

⁵⁶ Hauschildt/Salomo (2007) S. 11.

⁵⁷ vgl. Hauschildt/Salomo (2007) S. 16

⁵⁸ Schlaak (1999) S. 91 ff..

Diese Faktoren setzen sich jeweils aus mehreren Aspekten zusammen (Produkttechnologie beispielsweise aus technologisches Wissen, Produkttechnologie, Produkttechnik und technische Komponenten), welche gewichtet den Score des Faktors bestimmen. Je nachdem, wie ausgeprägt sich die einzelnen Faktoren darstellen, kann nun von einer „inkrementellen“ oder einer „radikalen“ Innovation gesprochen werden.

2.2.6 Das Henderson-Clark-Modell

Im Rahmen der Betrachtung des Innovationsgrades und der inhaltlichen Dimension sollte auch das Henderson-Clark-Modell erwähnt werden. Auch sie stellen inkrementelle und radikale Innovationen gegenüber und befassen sich damit, was als „inkrementell“ und was als „radikal“ zu bezeichnen ist und dem Zusammenhang mit der Art Inhalts einer Innovation. Gemeinhin sollte angenommen werden, dass inkrementelle Innovationen einfacher einzuführen sind. Oft scheitert dies aber.

Das Modell beschäftigt sich nun mit genau dieser Frage, warum es vielen etablierten Unternehmen schwer fällt, scheinbar „inkrementelle“ Innovationen durchzusetzen. Xerox beispielsweise schaffte es jahrelang nicht, einen guten Normalpapier-Drucker herzustellen, obwohl man die Basistechnologie schon erfunden hatte.⁵⁹ Ein Beispiel aus jüngster Zeit ist Microsoft und seine Probleme mit der Portierung seines Betriebssystems auf Smartphones.⁶⁰

Für Henderson und Clark bestehen Produkte aus zwei Teilen: Komponenten und deren Anordnung, ähnlich dem, was Hauschildt in den Systemeigenschaften von Innovation beschreibt. Die Anordnung ist eine der zuvor beschriebenen Systemeigenschaften. Werden die einzelnen Komponenten erneuert, ist es eine modulare Innovation. Wird die Anordnung der Komponenten verändert, wird von einer architektonischen Innovation gesprochen.

Werden diese zwei Teile kombiniert, ergibt sich folgendes Bild: Werden das architektonische und das Komponentenwissen nur geringfügig verbessert, wird von einer inkrementellen Innovation gesprochen. Wird das Komponentenwissen komplett verändert, das architektonische aber nur geringfügig, ist es eine modulare Innovation, umgekehrt eine architektonische. Werden beide Teile komplett verändert, ist es eine radikale Innovation (Siehe Tabelle 2.1).

Mit diesem Modell lassen sich die erwähnten Probleme der Unternehmen erklären: Die scheinbar inkrementellen Innovationen waren nur auf der Komponentenebene inkrementell. Architektonisch aber sind diese Innovationen sehr neu und deshalb anders handzuhaben als gedacht. So sind von Microsoft die durch die Portierung auf eine andere Plattform entstandenen Änderungen der Anforderungen an ein System nicht genügend gewürdigt worden. Das zeigt, wie schwer es im Geschäftsalltag sein kann, ei-

⁵⁹ Afuah (2003) S. 18.

⁶⁰ Mobiltelefone mit größerem Display und erweiterter Software

		Architektonisches Wissen	
		Verbessert	Zerstört
Komponentenwissen	Verbessert	Inkrementell	Architektonisch
	Zerstört	Modular	Radikal

Tabelle 2.1: Das Henderson-Clark-Modell

ne scheinbar einfache Unterscheidung zwischen Modul- und Architekturinnovation zu treffen.

Das Henderson-Clark-Modell steht in gewisser Weise in Konkurrenz zur multidimensionalen Sicht. Beide erfassen mehrere Parameter, Henderson und Clark verwenden aber weiterhin eher grobe Einordnungen. Gleichzeitig stellt sich die Frage, welche zusätzlichen Erkenntnisse die genauere Betrachtung mit dem multidimensionalen Modell bringt, wenn am Ende trotzdem die Frage bleibt, ob eine Innovation viel oder wenig ändern wird. Denn darum geht es im Endeffekt: Was bewirkt die Innovation? Für die Forschung ist natürlich eine erfassbare Zahl wichtig, weshalb das multidimensionale Modell seine Berechtigung hat. Ein weiterer Pluspunkt ist die Fokussierung auf den Markt, der bei Henderson und Clark weniger Beachtung findet. Diese wiederum fragen nach der unternehmensinternen Durchsetzbarkeit, eine Fragestellung, die gerade große Unternehmen trifft.

Beide Modelle haben ihre Berechtigung, auch deshalb, weil sie verschiedene Problemstellungen adressieren. Das ist auch der Grund, weshalb zur Bewertung von (potentiellen) Innovationen auch beide Modelle herangezogen werden sollten.

2.2.7 Innovation aus prozessualer Sicht

Hier stellt sich die Frage, wo die Innovation beginnt und wo sie endet. Innovation kann in einem Prozess abgebildet werden, siehe Abbildung 2.1. Am Beginn steht eine Idee, der Wunsch, etwas anders zu machen. Als Auslöser für weitere Schritte dient eine Entdeckung oder Beobachtung, wie die Idee umzusetzen wäre. Durch Forschung wird die Grundlage aufbereitet, eine Erfindung zu machen. Diese wird dann weiter entwickelt, bis ein Produkt auf den Markt gebracht werden kann: ein Verwertungsanlauf wird gemacht. Ist er erfolgreich, kann die Innovation über einen gewissen Zeitraum verwertet werden.

Drei Phasen sind bei diesem Prozess zu analysieren. Die Erste Phase dient der Analyse, der Ideenfindung und der Beobachtung. Die zweite Phase findet unternehmensintern statt, in vielen Fällen wird unter Geheimhaltung gearbeitet. Am Ende steht die Veröffentlichung und die Auseinandersetzung am Markt.

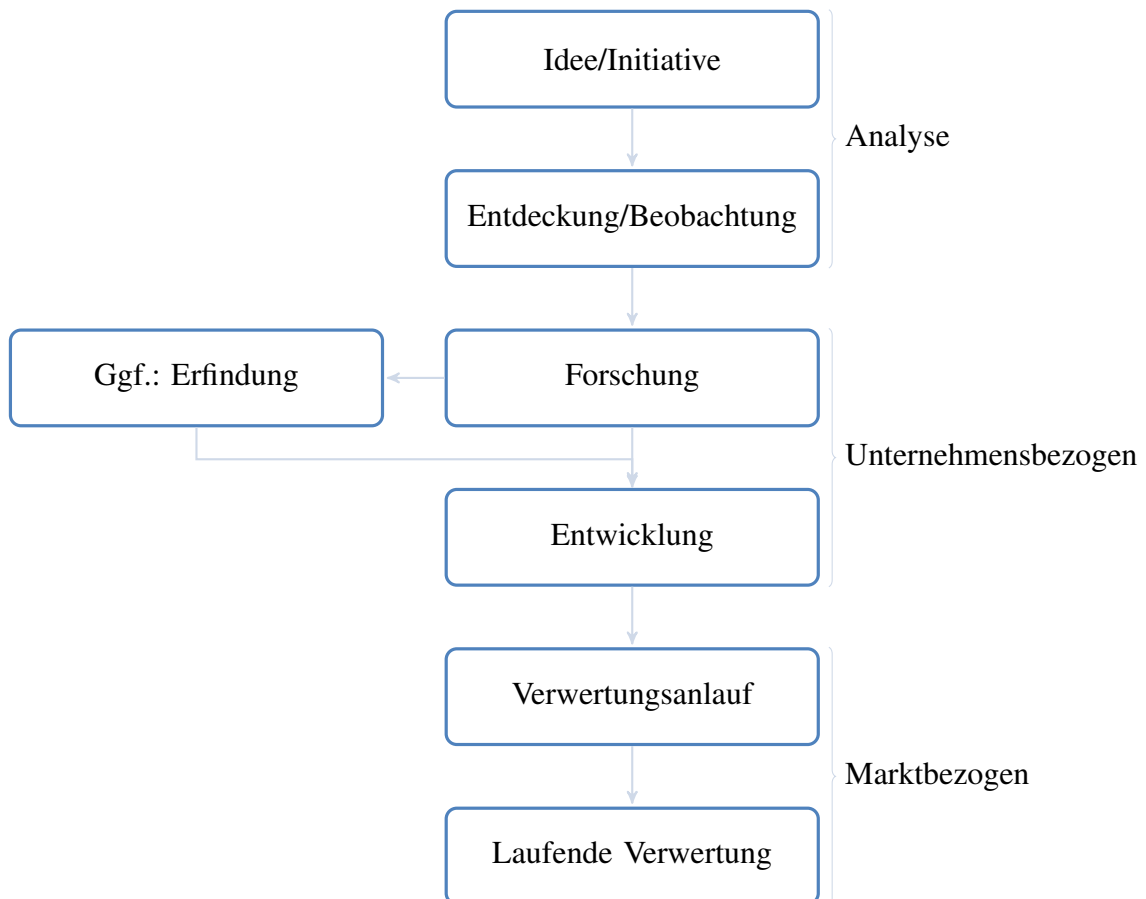


Abbildung 2.1: Innovation als Prozess

Die Innovationen können danach differenziert werden, wie viele Stufen dieses Prozesses benötigt werden. Es gibt dabei keinen Konsens, wie viele Stufen mindestens erforderlich sind. Die drei beschriebenen Phasen werden aber in der einen oder anderen Form eintreten. Es muss ein geistiges Fundament gelegt werden, auf deren Basis eine Neuigkeit entwickelt werden kann. Danach folgt die Veröffentlichung.

Das Ende des Prozesses, der Übergang in die laufende Verwertung ist der Zeitpunkt, an dem das Innovationsmanagement seine Tätigkeiten beendet und die Arbeit des funktional oder divisional zuständigen Managements beginnt. Für das Innovationsmanagement beginnt dann der gleiche Zyklus von neuem.

2.2.8 Schlussfolgerungen

Aus den Betrachtungen zum Innovationsgrad konnten nach Hauschildt neue Erkenntnisse über radikale Innovationen gewonnen werden.⁶¹ Sie verändern nicht nur die Märkte, sondern auch die Unternehmen selbst. So kann es sein, dass eine erfolgreiche Innovation, die zuerst nur einen kleinen Anteil am Umsatz hatte, plötzlich zum Hauptgeschäft wird. Radikale Innovationen sind deshalb auch „Chefsache“. Sie müssen in der Strategie berücksichtigt sein, die Leitung muss sie natürlich unterstützen. Die Führungskräfte müssen aber vor allem deshalb mit eingebunden sein, um nicht überrascht zu werden und die Innovation aktiv zu begleiten.

Der angestrebte Innovationsgrad ist möglichst früh zu bestimmen, vor allem deshalb, damit das Unternehmen damit zurecht kommt. Dabei ist zu beachten, dass mit steigendem Innovationsgrad auch Zeitaufwand und Ressourcenverbrauch steigen, ebenso erhöht sich das Risiko des Scheiterns. Da die Planbarkeit eingeschränkt ist, gleichzeitig aber die Kostenhöhe steigt und die Kostenstruktur komplex wird, sinkt das Vertrauen des Controllings. Das Unternehmen muss sich deshalb im klaren sein, welche Kapazitäten vorhanden sind. Dies betrifft sowohl die Potentiale und das Wissen der Mitarbeiter als auch die Finanzierungsmöglichkeiten. Auch das sind wiederum Gründe für die strategische Bedeutung von Innovation und ihrer Wichtigkeit für die Führungskräfte.

Die Auseinandersetzung mit dem Innovationsgrad ist für Unternehmen sehr wichtig, da er sie von Beginn an dazu zwingt, sich mit den inner- zwischen- und überbetrieblichen Konsequenzen der Innovation zu beschäftigen.

Aus der subjektiven Perspektive können zwei relevante Sichtweisen auf die Frage, für wen etwas innovativ, also neu ist, festgelegt werden. Einmal die rein betriebliche, einmal die industrieökonomische Sicht.

Betriebliche Sicht: Hier geht es um die Sicht nach innen. „Innovationen sind alle diejenigen Produkte oder Verfahren, die innerhalb einer Unternehmung erstmalig eingeführt werden.“⁶²

Industrieökonomische Sicht: Hier wird der Blick nach aussen, auf den Markt und die Mitbewerber gelegt: „Innovationen sind alle diejenigen Produkte oder Verfahren, die innerhalb einer Unternehmung und zugleich innerhalb einer Branche erstmalig eingeführt werden.“⁶³

Für Hauschildt ist das Management von Innovation substantiell anders als das Management von täglichen Aufgaben. Dem muss Rechnung getragen werden: „Die maßgeblichen Entscheidungsträger in einer Unternehmung haben sich zu den genannten

⁶¹Hauschildt/Salomo (2007) S. 21.

⁶²Hauschildt/Salomo (2007) S. 26.

⁶³Hauschildt/Salomo (2007) S. 26.

Dimensionen der Innovation subjektiv zu bekennen. [...] Am Anfang des Innovationsmanagements steht das Innovationsbewusstsein.“⁶⁴

Die Gründe dafür wurden schon beschrieben. Vor allem geht es darum, dass Innovation teuer ist, Veränderungen hervorruft und damit über Erfolg oder Mißerfolg eines Unternehmens mitentscheiden kann. Deshalb darf sie nicht nebenbei betrieben werden und verlangt klare Bekenntnisse des Managements, sowohl organisatorischer als auch finanzieller Natur. Deshalb auch die genaue Definition des Begriffs.⁶⁵

„Die bewusste Festlegung des Innovationsbegriffs hat zwei Funktionen:

- Sie soll zum einen bewirken, dass die Innovationen dem normalen Geschäftsgang entzogen und in einer besonderen Weise in Entscheidungen und Durchsetzung behandelt werden.
- Sie soll zum anderen einem ungebändigten Innovationsaktivismus entgegenwirken, der jedes auftretende Problem sofort als Innovation kennzeichnet und einer gesonderten Behandlung zuführen will.“

Innovation ist eine komplexe Thematik. Hauschildt versucht durch die Herausarbeitung der fünf Dimensionen, eine Berechenbarkeit, oder zumindest die Möglichkeit der Analyse zu schaffen. Das ist einerseits für die Forschung relevant, aber auch die Unternehmen sollten wissen, auf welchem Gebiet sie sich bewegen, um besser mit ihren Innovationen umgehen und sie schlussendlich zu Innovationen machen zu können.

2.3 Dynamische Innovationsmodelle

Mit den Innovationsdimensionen können einzelne Innovationen beschrieben werden, was aber fehlt, ist eine Betrachtung über die Zeit. Diese Betrachtung von Innovation kann deshalb als „statisch“ bezeichnet werden. Der erste Laptop⁶⁶ war eine radikale Innovation, doch auch diese Innovation war in ihrer Lebensdauer beschränkt. Immer neue Laptops kamen auf den Markt und heute würde sich wohl niemand mehr diesen Laptop kaufen. Stattdessen haben neue Modelle Einzug gehalten, die die Leistung des Ur-Laptops bei weitem übertreffen und gleichzeitig kleiner und leichter sind. Mit dieser Abfolge von Innovationen beschäftigen sich die dynamischen Innovationsmodelle.

Schon bei Schumpeter findet sich der Ansatz, mehrere Zyklen zu betrachten. Er beschreibt dies anhand von Ricardos Gesetz der abnehmenden Erträge und wendet es

⁶⁴Hauschildt/Salomo (2007) S. 29f.

⁶⁵Hauschildt/Salomo (2007) S. 31.

⁶⁶Nickerson (2007).

für die Industrie an. Innovation durchbricht dieses Gesetz indem es eine neue Produktionskurve startet.⁶⁷ Diese Überlegungen zeigen die Wichtigkeit der dynamischen Betrachtung für Unternehmen. Da diese nachhaltig Erfolg haben möchten, muss immer in diesen Zyklen gedacht werden. Wie schwierig dies ist, zeigen die zahlreichen Pioniere, die nach einem erfolgreichen, innovativen Produkt nie mehr an ihren Erfolg anschließen konnten und von ihren Nachfolgern überholt wurden. Ein Beispiel dafür ist die Firma Commodore, die mit dem C64 in den 1980er Jahren den erfolgreichsten Heimcomputer seiner Zeit bauten. Es gelang allerdings nie, diesen Erfolg zu wiederholen und so musste Mitte der 1990er Jahre Insolvenz angemeldet werden.

2.3.1 Utterback-Abernathy Modell

In diesem Modell wird die Evolution einer Technologie in drei Phasen geteilt.⁶⁸ Einer „fluid“ (liquiden, fluiden) Phase folgen eine „transitional“ (übergangs) Phase und eine „specific“ (genau bezeichnete) Phase.

Die „fluid“ Phase

Es gibt viele Unsicherheiten, am Markt und in technologischer Hinsicht. Die Technologie verändert sich, Investitionen in F&E sind Unsicherheiten unterworfen. Produkte werden stark an den Kunden angepasst. Die Phase ist von experimentellem Charakter, Prozessinnovationen unwichtig.

Die „transitional“ Phase

Diese Phase beginnt, wenn die Kundenwünsche genauer bekannt werden und ihnen besser entsprochen werden kann. Ein dominantes Design beginnt sich durchzusetzen und damit wird der experimentelle Charakter zurückgedrängt. Die Produktinnovationen werden weniger, dafür werden Prozessinnovationen gemacht. Der Wettbewerb definiert sich über unterschiedliche Produkte und Qualitäten.

Die „specific“ Phase

Die Prozessinnovation liefert den Hauptteil der Neuerungen. Materialien und Maschinen sind sehr spezialisiert. Wettbewerb findet vor allem im Preisbereich statt.

Jede Phase verlangt also nach anderen Strategien und oft sind Unternehmen in einer Phase schwächer, in einer anderen dafür dominant. Dieser Kreislauf wiederholt sich für jeden Produktzyklus, und vor allem in der fluiden Phase bietet sich für neue Mitbewerber die Gelegenheit, in dem Markt einzudringen.

⁶⁷Schumpeter (1961) S. 95 f..

⁶⁸Afuah (2003) S. 33.

2.3.2 Tushman-Rosenkopf Modell

Dieses Modell beschäftigt sich mit der Frage, wie sehr ein Unternehmen die Evolution einer Innovation am Markt steuern kann.⁶⁹ Nach Tushman und Rosenkopf hängt dies vor allem von der Unberechenbarkeit der Technologie ab, die auf der Komplexität derselben beruht. Die Komplexität setzt sich aus verschiedenen Teilen zusammen.

Zuerst ist das Leistungsvermögen der Innovation wichtig. Aus Sicht der Nutzer ist entscheidend, welche Fähigkeiten das Produkt hat. Kann es an Bekanntes anschließen, sind völlig neue Dinge möglich? Generell kann gesagt werden: Je mehr neue Fähigkeiten, desto komplexer.

Ein weiterer Faktor sind die Anschlüsse an die Umgebung. Diese umfassen alles bisher bekannte. Hier gilt, je mehr Verbindungen zu schon Bekanntem desto einfacher ist es, die Innovation anzunehmen. Ein Beispiel für eine schnell angenommene Innovation sind Digitalkameras. Einfach, da bekannt in der Handhabung, lösten sie schnell die analogen Fotoapparate mit Film ab. Interessant ist, dass die Kameras aber noch immer ähnlich aussehen, obwohl durch das komplett andere Innenleben auch andere Formen möglich wären.

Die Anzahl der innovativen Komponenten ist ebenfalls zu beachten. Ein Auto mit einem neuen Motor kann auch eine Innovation darstellen, beispielsweise durch besonders niedrigen Verbrauch. Sie ist aber leicht nachvollziehbar und verlangt wenig Änderung vom Benutzer. Eine Hybrid-Technologie ist dagegen schon komplexer, da sie mehr innovative Komponenten besitzt. Ein reines Elektroauto ist noch eine Stufe schwieriger einzuführen, da es viele neue, komplexe Module enthält. Vor allem die Batterietechnologie ist dort ein wichtiges Thema, ein Bereich, in dem derzeit sehr viel Forschung passiert. Dies ist natürlich gerade für den Endverbraucher schwieriger zu verstehen. Dazu kommt noch die vorhin beschriebene Anbindung an die Umgebung, die bei dem Elektroauto durch die wenigen Tankstellen geringer ausfällt.

Der letzte Punkt betrifft die Anzahl der Organisationen, die von der Innovation betroffen sind. Je weiter die Kreise sind, die eine Innovation zieht, desto schwerer ist sie zu steuern. Viele Neuerer sind, nachdem ihre Innovation einen Markt umgeworfen oder gar einen komplett neuen Markt kreiert hatte, von Nachahmern überholt worden, die den Wert der Technologie erkannten und über verschiedene Wege den Markt übernahmen.

2.3.3 Der Technology-Life-Cycle

Jede Technologie durchläuft am Markt einen gewissen Lebenszyklus. Je komplexer die Technologie ist, desto mehr bestimmen nichttechnische Faktoren diesen Zyklus. Dieser setzt sich zusammen aus technischer Diskontinuität, einer Ära des Gärens, dem Entstehen eines dominanten Designs und einer Ära der inkrementellen Veränderung.⁷⁰ Das

⁶⁹ Afuah (2003) S. 34.

⁷⁰ Afuah (2003).

Auftauchen einer neuen technologischen Diskontinuität markiert den Beginn eines erneuten Technologie-Lebenszyklus.

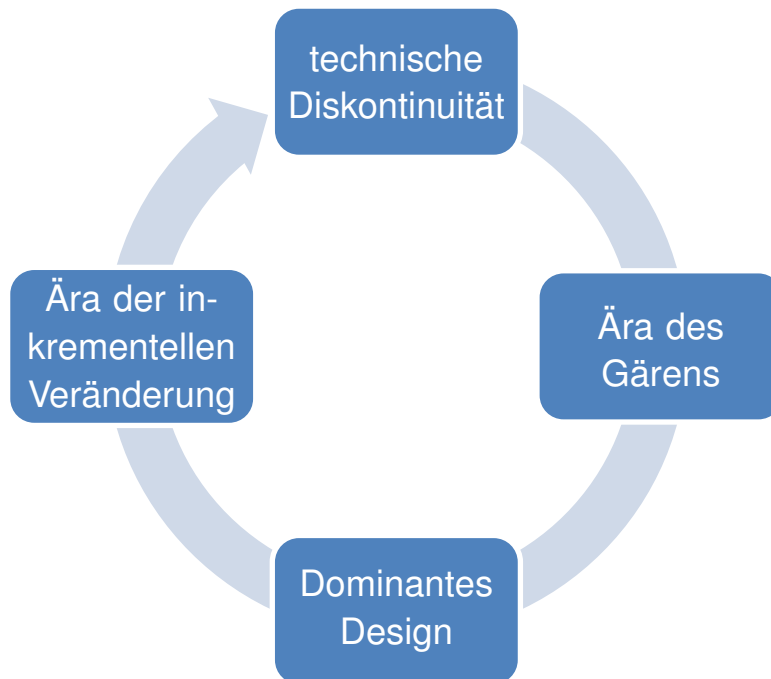


Abbildung 2.2: Technologischer Lebenszyklus, nach Afuah (2003)

In diesem Modell gibt es zwei Phasen: Die Ära des Gärens und die Ära der inkrementellen Veränderung. Erstere ist geprägt von Wettbewerb, Unsicherheit und einem Wettlauf der Technologien. Am Ende steht ein dominantes Design, das sich am Markt durchsetzt. Damit ist die zweite Ära eingeleitet: die der inkrementellen Veränderung. Die technologische Unsicherheit ist verringert, der Wettbewerb orientiert sich vor allem am Preis und die Produktinnovationen werden geringer. Beendet wird diese Ära durch das Erscheinen einer neuen technischen Diskontinuität und dem damit erfolgten Neustart des Zyklus.

2.3.4 Die S-Kurve der Innovation

Die in Abschnitt 2.3.1 und Abschnitt 2.3.2 angeführten Modelle beziehen sich auf das Erscheinen einer technologischen Diskontinuität, um in eine neue Ära bzw. eine neue Phase einzutreten. Die Frage ist dabei, wie dieses Ereignis vorausgesagt werden kann.⁷¹

⁷¹Afuah (2003) S. 35.

Afuah zitiert Foster, der das Fortschreiten von Technologie als eine Funktion ansieht, die von dem getriebenen Aufwand und den physikalischen Gegebenheiten bestimmt wird.⁷² Die Funktion nimmt dabei eine S-Form an. Zu Beginn ist der Fortschritt gering, auch der Aufwand hält sich in Grenzen. Mit ersten Erfolgen wird aber mehr Aufwand betrieben und die Rate der Entwicklung steigt. Erst durch das Annähern an das physikalisch Mögliche sinkt diese Rate wieder. Meist ist es so, dass durch eine technologische Diskontinuität und der damit verbundenen komplett neuen Herangehensweise eine neue Grenze entsteht die weiter entfernt liegt. Die Funktion beginnt auf höherem Niveau von neuem, wie in Abbildung 2.3 gezeigt wird.

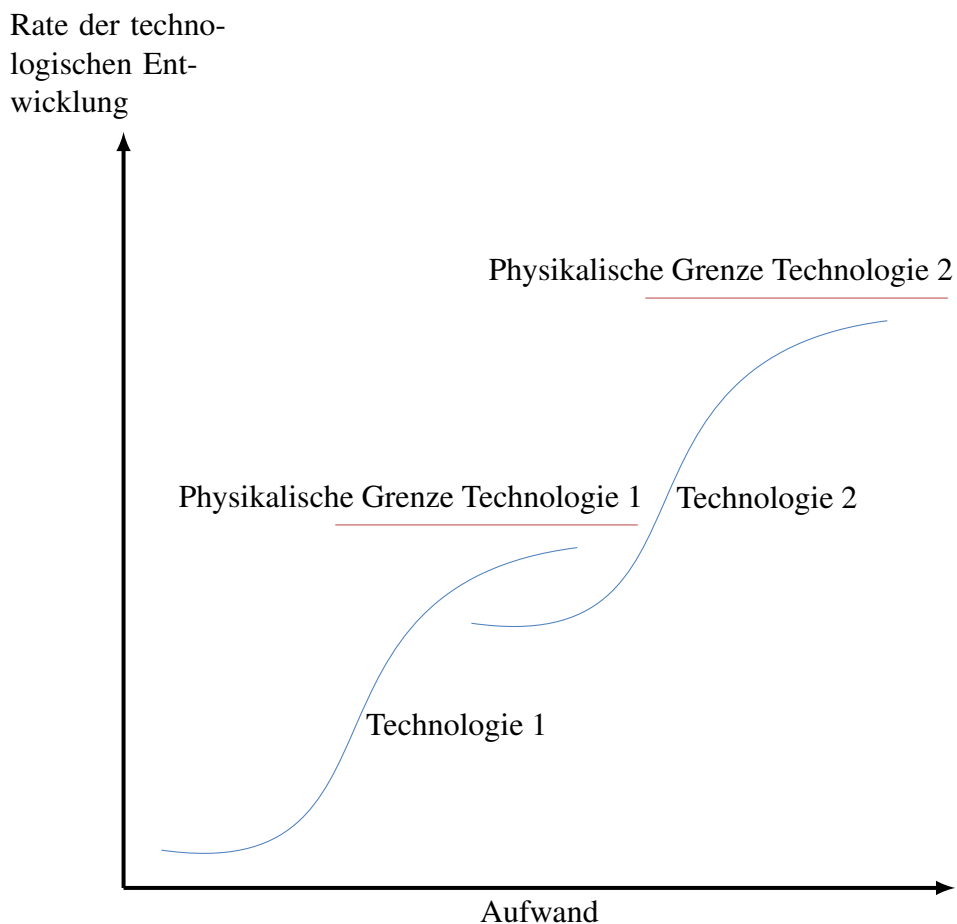


Abbildung 2.3: Die S-Kurve in der Innovation nach Foster (aus: Afuah (2003))

Als Beispiel kann die CPU genannt werden. Bis vor wenigen Jahren wurde die einzelne Rechereinheit schneller gemacht indem immer höhere Taktraten erzielt und klei-

⁷²Afuah (2003) S. 36 ff..

neue Bauweisen realisiert wurden. Dies brachte aber viele Probleme (z.B. Hitze) mit sich und gerade der Takt stieß an ein Limit. Die Innovation war, Prozessoren mit mehreren Kernen zu bauen und damit die Leistung zu erhöhen, da in modernen Umgebungen für die CPU immer mehrere Dinge gleichzeitig zu tun sind. Doch auch hier wird es in Zukunft Probleme geben: Nach zwei- vier- und achtfach Kernen wird es irgendwann eine Grenze geben, an dem der Kommunikationsaufwand so hoch wird, dass sich ein weiterer Kern nicht rentiert.

Aber auch in diesem Fall sind schon Innovationen absehbar, die wiederum neue Entwicklung bedeuten können: neue Architekturen, angelehnt an das Gehirn oder in 3-D-Form, neue Materialien, eventuell auch Quantencomputer – der Phantasie sind nur wenige Grenzen gesetzt.

2.4 Innovation als Managementaufgabe

Innovationen müssen in irgendeiner Form begleitet werden, um vom Status einer reinen Erfindung an den Markt zu gelangen. Dies wird als Innovationsmanagement bezeichnet. Hauschildt definiert es als die „dispositive Gestaltung von Innovationsprozessen“.⁷³ Innovation wird also als Prozess begriffen, wie in Abbildung 2.1 beschrieben. Diesen Prozess immer wieder zu begleiten ist die Aufgabe der Innovationsmanagements.

Abgegrenzt werden muss der Begriff gegen das Management von Forschung und Entwicklung, dass nur einen Teilbereich darstellt. Eine weitere Abgrenzung ist bezüglich dem Technologiemanagement zu treffen, das sich auch um alte Technologien kümmert. Das Innovationsmanagement ist außerdem vor allem auch mit der Problematik des Bruchs mit alten Technologien beschäftigt.

2.4.1 Erfolgsfaktoren von Innovationen

Die Erfolgsfaktoren sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht diejenigen Faktoren, die zum wirtschaftlichen Erfolg beitragen.. Studien zur Untersuchung dieser Faktoren weisen nach Hauschildt leider Defizite auf.⁷⁴ Der Erfolg kann in Marktanteilen, Umsatz, Gewinn, Rentabilität oder einer ähnlichen Kennzahl gemessen werden. Allerdings ist zu beachten, dass wie bereits erwähnt, eine erfolgreiche Innovation sich nicht unbedingt in einem Erfolg für das Unternehmen niederschlagen muss, da möglicherweise andere von der Innovation profitieren.

⁷³Hauschildt/Salomo (2007) S. 32.

⁷⁴Hauschildt/Salomo (2007) S. 38 f..

2.4.2 Verschiedene Perspektiven im Innovationsmanagement

Innovationsmanagement ist als Prozesssteuerung eine Führungsaufgabe. Diese kann aus drei Perspektiven gesehen werden.⁷⁵ Es gibt die führungsbezogene Perspektive, die die Sicht des Managements einnimmt. Die ressourcenorientierte Sicht beschäftigt sich mit den Möglichkeiten, die vorhanden sein müssen, um zu innovieren. Die diffusionsbezogene Sicht hingegen schaut auf den Markt und die Durchsetzung der Innovation eben dort.

Führungsbezogene Sichtweise

Hier geht es um Innovation aus der Sicht des Managements. Es gibt hier für die Führungsebene drei Unterschiede im Vergleich zu Entscheidungen im Routinebetrieb. Zuerst ist die Komplexität der Entscheidung eine andere. Die Probleme sind oft anders gelagert als bei alltäglichen Entscheidungen, siehe Abschnitt 2.2.8. Ein weiterer Punkt sind die Barrieren bei der Durchsetzung. Immer wieder sind Widerstände zu überwinden, zu Beginn unternehmensintern, aber auch später am Markt muss oft Aufklärungsarbeit geleistet werden, je nach der Komplexität der Innovation, siehe dazu auch das Tushman-Rosenkopf-Modell aus Abschnitt 2.3.2. Der dritte Unterschied betrifft den Punkt, dass die Entscheidung über eine Innovation und ihre Durchsetzung nicht trennbar sind. Wurde ersteres gestartet, muss zweiteres mit der gleichen Überzeugung fortgeführt werden.

Um den Innovationsprozess zu gestalten, müssen diese Probleme besonders beachtet werden. Zusammenfassend schreibt Hauschildt: „Der Innovationsprozess ist als Führungsprozess stets darauf gerichtet, die kognitiven Leistungen der Innovatoren zu fördern und die von der Innovation ausgelösten Konflikte zu regulieren.“⁷⁶

Ressourcenorientierte Sichtweise

Innovationsmanagement benötigt (ersichtlich aus den obigen Unterschieden) besondere Ressourcen und Potentiale. Darunter fallen vor allem Fachwissen, Führungswissen und das Potential, eventuell fehlende Ressourcen auszugleichen. Die Potentiale haben das Kennzeichen, an Individuen gebunden zu sein.

Eine weitere wichtige Ressource ist das Kapital. Dieses muss in ausreichendem Maße verfügbar sein, gerade wenn Teile des Innovationsprozesses länger dauern und mehr Geld kosten als geplant. Nur ein Unternehmen, das etwaige Durststrecken überleben kann, wird erfolgreich sein. Es ist klar, dass nicht jede Erfindung auch erfolgreich wird, zumindest nicht sofort. Dies ist womöglich der Hauptgrund für das Scheitern vieler jun-

⁷⁵Hauschildt/Salomo (2007) S. 39 ff..

⁷⁶Hauschildt/Salomo (2007) S. 44.

ger, innovativer Unternehmen, die nicht genug Zeit (meist aufgrund von Geldknappheit) hatten, auf den Erfolg zu warten.

Diffusionsbezogene Sichtweise

Diese Sicht beschäftigt sich vor allem mit der Durchsetzung am Markt, dem Umstand, der eine Invention erst zur Innovation macht. Hier lassen sich Aktivitäten ableiten, die für den Markterfolg entscheidend sind:

- Bestimmung von Bedürfnissen
- Überlegene Produktqualität
- Feststellung und Darstellung des Kundennutzens
- Marktforschung
- Gestaltung der Vertriebswege
- Geplante Produkteinführung
- Sicherung der Nachfrage
- Auseinandersetzung mit dem Wettbewerb

Hauschildt folgert deshalb: „Innovation ist keine ausschließliche Domäne des Ingenieurs oder Naturwissenschaftlers, kein Monopol des Marktkenners oder Marktmachers, kein Exklusivrecht des Managers. Nur im Zusammenwirken dieser Kräfte kommt es zum Innovationserfolg.“⁷⁷

Hier ist ihm beizupflichten. Der eigentliche Knackpunkt bei der Innovation ist vielleicht der, dass es diesen einen Knackpunkt gar nicht gibt. Aus der Naturwissenschaft, der Technik, von Experten kommen Ideen und Erfindungen. Diese müssen weiter entwickelt, zu funktionierenden Produkten gemacht werden. Das erfordert Management und Durchsetzungskraft, gleichzeitig auch finanzielle Ressourcen. Danach kommt es zur Nagelprobe, der Einführung am Markt. Auch hier kann viel beeinflusst werden, vom Marketing über den Vertrieb bis hin zur Entwicklung, die auf neue Trends schnell reagieren sollte. Am Ende wird aber immer auch das Quäntchen Glück gebraucht, der richtige Zeitpunkt, um wirklich eine erfolgreiche Innovation zu schaffen.

⁷⁷Hauschildt/Salomo (2007) S. 48.

3 Ökoeffizienz

Im Kapitel über Innovation wurden Neuerungen in Unternehmen vor allem aus technisch/wirtschaftlicher Sicht betrachtet. Die verschiedenen Arten von Innovation aus Abschnitt 2.2.1 zeigen, dass es aber auch Innovationen gibt, die nicht rein technischer Natur sind. Soziale und organisationale Innovationen zeigen, dass Neuerungen auf allen Gebieten möglich sind.

Eine solche Neuerung war der Gedanke, dass die menschliche Lebensweise sich auf den Planeten in negativer Form auswirken kann. Dadurch eröffnete sich ein neues Feld an Innovationen: Neuerungen, die die Auswirkungen von menschlichen Eingriffen in die Natur verringern sollten. Diese erstrecken sich in vielfältiger Weise über den gesamten Lebensbereich des Menschen. Von den Dingen, die jeder Mensch selbst verbessern kann, über Optimierungen im Verkehr, bis hin zum betrieblichen Umweltschutz reichen die Einsatzgebiete von Verbesserungen im Umweltbereich.

In diese Überlegungen muss aber eingeworfen werden, dass der Umweltschutz an sich nicht nur durch die Innovationsbrille gesehen werden kann. Denn am Beginn der Überlegungen steht nicht die Erhöhung der Konkurrenzfähigkeit oder die Verbesserungen der Gewinne, ja nicht einmal die Verbesserung der Produktion. Es geht in erster Linie um die Verbesserung der Umweltsituation. Deshalb sind die folgenden Teile auch kein Unterkapitel von Innovation, sondern stehen eigenständig da.

Gleichzeitig muss diese Aussage wieder eingeschränkt werden, denn sie gilt vor allem für den Beginn der Umweltbewegung. Doch seit vielen Jahren wird vor allem versucht, den menschlichen Alltag und den Umweltschutz nicht als natürliche Feinde, sondern als zwei Seiten einer Medaille zu sehen. Diese Arbeit befasst sich mit dem Bereich der Unternehmen und gerade im betrieblichen Umweltschutz ist die Entwicklung dahingehend, Unternehmensziele und Umweltschutzziele als zusammengehörig zu sehen. Dieser Entwicklung wird auch in der vorliegenden Arbeit Rechnung getragen. Nach einer kurzen Einführung über die Hintergründe werden fortgeschrittene, aufeinander aufbauende Konzepte im betrieblichen Umweltschutz besprochen. Die Ökoeffizienz ist eine unternehmerische Zielsetzung, die versucht, wirtschaftliche und ökologische Ziele, die einander meist entgegengesetzt sind, untereinander zu vereinbaren. Sie kam in den 1990er Jahren auf und ist mittlerweile auch vielen Unternehmen bekannt. Sie bildet einen wichtigen Aspekt in der vorliegenden Untersuchung. Weitere Konzepte sind die

Life-Cycle-Analyse, die Ökoeffektivität und als neueste Entwicklung die Ökoinnovation.

3.1 Hintergrund

In der traditionellen Produktionsweise, die sich während der industriellen Revolution herausgebildet hatte, zählte vor allem das Endprodukt. Wie dieses Produkt hergestellt wurde, war weniger wichtig, entscheidend war, möglichst billig möglichst viel zu produzieren. Schon im 19. Jahrhundert wurden Veränderungen an dieser Produktionsweise vorgenommen. Arbeitsrechtliche Standards wurden definiert, vor allem um die Beschäftigten zu schützen. Doch Industrielle wie Henry Ford erkannten auch, dass bessere Entlohnung, gemäßigte Arbeitszeiten und eine sauberere Produktion zur Qualität des Endproduktes beitragen konnten, genauso wie dabei die Gesamtkosten gesenkt wurden. Wichtig war auch die Erkenntnis, dass nur gut entlohnte Arbeitnehmer auch die Kaufkraft besitzen, die produzierten Waren auch abzunehmen.¹

Mit der Verbesserung der Produktionsweise und vor allem der Zunahme an produzierenden Betrieben kam der Ausstoß der Fabriken immer mehr in den Fokus von Experten und der Öffentlichkeit. Dazu konnte durch den wissenschaftlichen Fortschritt gezeigt werden, welche Auswirkungen die Industrialisierung auf die Umwelt hatte und noch immer hat. So entstanden vor allem ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts Überlegungen, den Schadstoffausstoß der Industrie zu begrenzen. Dies wurde zu Beginn vor allem durch gesetzliche Grenzwerte erreicht, die Unternehmen dazu zwangen, durch moderne Technologien wie Filtersysteme ihre Limits einzuhalten. Die Produktionsweise blieb allerdings gleich, was höhere Kosten und oft auch eine geringere Produktion zur Folge hatte.²

Wollte man aber die Menge an produzierten Produkten nicht einschränken, mussten der Abfall (Müll und Schadstoffe) pro Produkt und dessen Kosten eingeschränkt werden: Die Idee der Ökoeffizienz war geboren.³

3.2 Definition

Nach Björn Stigson, dem Direktor des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) lautet eine Definition von Ökoeffizienz:⁴

„Ökoeffizienz steht für einen Managementansatz, der Unternehmen erlaubt, Umweltschutzmaßnahmen unter Marktgesichtspunkten durchzuführen. Mit

¹Braungart (2008a) S. 42-44.

²Vgl. OECD (2009b)

³Braungart (2008a) S. 69-74.

⁴Weizsäcker (1999) S. 12.

Ökoeffizienz wird zum Ausdruck gebracht, daß Ökonomie und Ökologie sich nicht ausschließen, sondern in Kombination einen Gewinn für Unternehmen darstellen.“

Diese Aussage gibt die Denkrichtung grob vor: Es geht um die Zusammenführung von Ökonomie und Ökologie. Beide schließen sich nicht aus, vielmehr ergänzen sie sich. Dies hat mehrere Gründe. Am Beginn stand der Wunsch nach weniger Belastung durch die Industrie. Bis in die 1990er Jahre verursachten auch in Westeuropa Fabriken zum Teil große Umweltbelastungen. Dies konnte durch den Gedanken der Ökoeffizienz deutlich verbessert werden. Noch immer stellt die Industrie eine Belastung dar, die man zwar verringern, aber nie ganz ausschalten wird können. erinnert man sich aber an frühere Jahre (saurer Regen in Finnland, Ruß in der Luft im Ruhrgebiet um nur zwei besonders krasse Beispiele zu nennen) oder blickt man in die Entwicklungsländer, sieht man aber, wie viele Fortschritte in Westeuropa gemacht wurden.

Sah man diese ökologischen Technologien wie den Einbau von Filteranlagen aber früher vor allem als Kostenfaktor, konnte in den letzten zwanzig Jahren ein Umdenken erzielt werden, indem der Umweltschutz in die betrieblichen Zielsetzungen aufgenommen wurde. Die Rechnung ist einfach: Ökoeffiziente Technik hilft, den Ressourceneinsatz und Schadstoffausstoß zu minimieren, was zur Folge hat, dass zum einen weniger Ressourcen gekauft werden müssen, zum anderen auch weniger kostspieliger Abfall anfällt. Zusammen mit schärferen gesetzlichen Regelungen führte dies zum vermehrten Einsatz ökoeffizienter Technologien.

Für DeSimone gibt es durch diese Definition fünf Kernaussagen: Ein Schwerpunkt auf Service, Fokus auf Lebensqualität und Notwendigkeiten, Beachtung des kompletten Produktlebenszyklus, Anerkennung von Grenzen der ökologischen Kapazität und die prozessorientierte Sicht.⁵

3.3 Messbarkeit von Ökoeffizienz

Gibt es einen Ansatz einen Produktionsablauf zu gestalten, entsteht unweigerlich die Frage nach einer qualitativen Bewertung: Wie gut wurde dem Konzept Rechnung getragen? Am präzisesten kann so eine Frage über einen quantitativen Ansatz beantwortet werden. Dazu werden Messgrößen benötigt, um Aussagen treffen zu können. Es stellt sich also die Frage nach der Messbarkeit von Ökoeffizienz um bestimmen zu können, wie ökoeffizient eine Organisation bzw. eine Produktion gestaltet ist. Grundsätzlich ist zu sagen, dass es immer wieder Diskussionen um die Messbarkeit gibt, da sie eine gewisse Problematik in sich trägt.

Da es sich hier um Zielkonflikte handelt, die meist keine klare Lösung besitzen, muss der Unternehmer einen Kompromiss anstreben, der dann effizient ist, wenn er nur

⁵DeSimone/Popoff (1997).

dann eine Verbesserung eines Zieles erreicht, wenn dadurch ein anderes verschlechtert wird. Umweltrelevante Produkte wie Abfall oder Schadstoffe sind für das Unternehmen auch Outputs, allerdings unerwünschte. Daraus ergibt sich die Problematik, dass Inputs und Outputs schwer zu definieren sind. Auch die immer wieder veränderte Definition dieser Größen trägt nicht zur Vergleichbarkeit von Studien bei. Gleichzeitig sind die Outputs genauso verschieden wie die Branchen, die diese Outputs produzieren. Die Frage, welcher Output in welcher Größe umweltschädlicher ist, kann nicht so einfach beantwortet werden.⁶ Dies ist auch ein Grund, warum oft versucht wird, Vergleiche innerhalb von Branchen anzustellen.

3.3.1 Die Sichtweise des World Business Council for Sustainable Development

Nach den Aussagen des WBSCD ist Ökoeffizienz grundsätzlich mit folgender Formel zu messen:⁷

$$\frac{\text{Wert des Produkts/Services}}{\text{Umwelteinfluss}}$$

D.h., je wertvoller ein Produkt oder Service im Vergleich zu seinem Einfluss auf die Umwelt ist, desto ökoeffizienter ist es. Diese Definition muss aber noch genauer aufgeschlüsselt werden: Was steckt in den Überschriften „Wert“ und „Umwelteinfluss“?

Nach dem WBSCD sind die Indikatoren des Werts die Anzahl der verkauften Einheiten und der Umsatz. Die Indikatoren für den Umwelteinfluss sind vielschichtiger. Hier sind ausschlaggebend: Der Verbrauch an Rohstoffen (Energie, Material und Wasser), die ausgestoßenen Treibhausgase und die Menge an Substanzen, die die Ozonschicht gefährden. Die Umweltindikatoren sind aber geschäftsspezifisch und können nicht allgemein für alle Industrien verwendet werden. Kandidaten für mögliche global anwendbare Indikatoren sind: zusätzliche finanztechnische Wertindikatoren, Luftemissionen und Abfall. Hier sind aber internationale Abkommen erforderlich, um die Daten vergleichbar zu machen.

3.3.2 Die Data-Envelopment-Analyse (DEA) als Werkzeug der Ökoeffizienz-Messung

Das gemeinsame Problem der vorhergehend gezeigten Messmethoden ist, dass sie zwar unternehmensintern verwendet werden können, aber so Business-spezifisch sind, dass es schwer ist, die Ökoeffizienz von verschiedenen Unternehmen oder gar Branchen zu

⁶DeSimone/Popoff (1997).

⁷Verfaillie/Bidwell (2000) S. 8.

benennen⁸. Die DEA-Methode, die vor allem für die Messung der ökonomischen Effizienz Verwendung findet, vermeidet Probleme anderer Methoden.

Diese hängen vor allem damit zusammen, dass bei dem Vergleich von ökologischen und ökonomischen Größen vor allem die ökologischen schwer in das normalerweise verwendete Input/Output-Schema einzubauen sind, da viele der Outputs ja unerwünscht sind⁹. Es gibt zwei Herangehensweisen. Die eine teilt das Problem in zwei Teile und misst einerseits die technische Effizienz und andererseits die ökologische Effizienz durch das Verhältnis von einer gewichteten Summe von gewünschten Outputs zu der gewichteten Summe der unerwünschten Outputs. Eine zweite Methode berechnet das Verhältnis indem gleichzeitig erwünschte und unerwünschte Outputs eingerechnet werden. Dabei können zumindest vier Verhältnisse berechnet werden¹⁰:

1. Maximierung des Verhältnisses zwischen der gewichteten Summe der erwünschten abzüglich der nicht erwünschten Outputs und der gewichteten Summe der Inputs.

$$\max \frac{\text{gewichtete Summe erwünschte Outputs} - \text{gew. S. unerwünschte Outputs}}{\text{gew. S. Inputs}}$$

2. Die nicht erwünschten Outputs werden wie Inputs behandelt und das Verhältnis der erwünschten Outputs zu den Inputs und den nicht erwünschten Outputs wird berechnet.

$$\max \frac{\text{gew. S. erw. Outputs}}{\text{gew. S. Inputs} + \text{gew. S. unerw. Outputs}}$$

3. Die Differenz zwischen den erwünschten Outputs und den Inputs im Verhältnis zu den unerwünschten Outputs.

$$\max \frac{\text{gew. S. erw. Outputs} - \text{gew. S. Inputs}}{\text{gew. S. unerw. Outputs}}$$

4. Die Reziproke des 2. Modells: Minimiert das Verhältnis der unerwünschten Outputs und der Inputs zu den erwünschten Outputs.

$$\min \frac{\text{gew. S. Inputs} + \text{gew. S. unerw. Outputs}}{\text{gew. S. erw. Outputs}}$$

⁸Böhm (2005); Verfaillie/Bidwell (2000)

⁹Böhm (2005).

¹⁰Böhm (2005).

Diese Modelle können auf verschiedenste Industrien angewendet werden. Auch die Effekte von Programmen zur Emissionsreduzierung können damit überprüft werden. Die DEA-Methode kann auch dabei helfen, den Handel mit Emissionszertifikaten zu regeln. Bei der Berechnung von erlaubten Emissionen bei den derzeitigen Methoden, welche mit historischen Daten arbeiten, würden vor allem die Organisationen bevorzugt, die in der Vergangenheit schon viele Emissionen generiert haben, während mit der DEA-Methode die Organisationen einen Vorteil haben, die Einsparungen erzielen. Zusätzlich kann DEA zur stärkeren Beachtung der Inputs anhalten, was wünschenswert ist, da bisher vor allem die Outputs (Emissionen) betrachtet wurden.¹¹

Zusammenfassend sind die Vorteile der DEA die Konzentration auf Input- und Output-Größen, die Einbeziehung der Relevanz von Inputs und die Kennzahlen, die direkte Vergleiche sowohl für die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen als auch zwischen einzelnen Betrieben, auch branchenübergreifend, ermöglichen.

3.4 Ökoeffizienz in der Industrie

Ein postulierter Vorteil der Ökoeffizienz ist, dass durch bessere Verwertung der Ressourcen bei gleichzeitiger Verringerung der Abfälle, der ökonomische Erfolg eines Unternehmens steigt. Eine Untersuchung zu dieser Frage stammt von Guenster et al.¹² Hier konnte gezeigt werden, dass eine Korrelation zwischen Ökoeffizienz und betrieblichem Erfolg gegeben ist. Dabei wurde analysiert, ob und wie sich Ökoeffizienz in Unternehmen auf den Tobin-Quotienten und die Gesamtkapitalrentabilität auswirkt.

Als Ökoeffizienz wurde hier definiert:

$$\text{Öko-Effizienz} = \frac{\text{Werterzeugung}}{\text{erzeugte Abfälle}}$$

Um die Ökoeffizienz der untersuchten Unternehmen zu messen, wurde ein Scoring-Modell verwendet, das von Innovest Strategic Value Advisors entwickelt wurde. Dabei werden mehr als 20 Informationsquellen (qualitativ und quantitativ) verwendet, die innerhalb der verschiedenen Branchen verglichen werden. Das Rating setzt sich dann aus 60 gewichteten Dimensionen zusammen. Insgesamt wurden über einen Zeitraum von sieben Jahren zwischen 154 und 409 Firmen erfasst¹³.

Die verwendeten Finanzdaten sind weithin Kennzahlen, die häufig in Analysen verwendet werden. Der Tobin-Quotient ist definiert durch:

$$Q = \frac{\text{Marktwert}}{\text{Wiederbeschaffungskosten}}$$

¹¹Böhm (2005).

¹²Guenster et al. (2005).

¹³Guenster et al. (2005) S.14.

Die Unternehmensleistung wird anhand der Gesamtkapitalrentabilität (Return on Assets) gemessen:

$$\text{Gesamtkapitalrentabilität} = \frac{\text{Reingewinn} + \text{Fremdkapitalzinsen}}{\text{Gesamtkapital}}$$

Die gewonnenen Erkenntnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die verwendeten Daten weisen darauf hin, dass eine unternehmensweite Ökoeffizienz-Strategie für den Unternehmenserfolg relevant sein kann.
- Es gibt einen nichtlinearen Zusammenhang zwischen Ökoeffizienz und Q. Niedrige Ökoeffizienz-Werte gehen einher mit einem niedrigen Q, hohe Ökoeffizienz-Werte bedeuten aber nicht unbedingt einen höheren Q.
- Auch zwischen dem Firmenwert und Ökoeffizienz gibt es einen positiven Zusammenhang. Vor allem über einen längeren Zeitraum werden sie besser bewertet. Anfangs mag eine Unterbewertung vorliegen, diese wird später aber geändert.
- Am Markt wird Information bezüglich Ökoeffizienz bewertet und nicht ignoriert. Dies könnte darauf hindeuten, dass der nicht-lineare Zusammenhang zwischen Ökoeffizienz und Q nur temporär ist.

3.4.1 Die Life-Cycle-Analyse

Als Erweiterung des Gedankens der Ökoeffizienz kann die Life-Cycle-Analyse gesehen werden. Diese Form der Analyse ist darauf bedacht, den Einfluss eines Produkts oder Prozesses auf die Umwelt von Beginn bis zum Ende seiner Lebensdauer festzuhalten.¹⁴ Das Produkt oder der Prozess werden also von der „Wiege“ bis zur „Bahre“ analysiert. Dabei ist aber die Frage zu klären, wie (oder wann) diese beiden Begriffe anzusetzen sind¹⁵.

In Abbildung 3.1 auf Seite 52 ist eine Möglichkeit der Life-Cycle-Analyse dargestellt. Dabei symbolisieren die Punkte jeweils Stationen im Life-Cycle die berücksichtigt werden müssen. Dass der Kreis geschlossen ist symbolisiert, dass Recycling der verwendeten Komponenten zu den Rohstoffen von neuen Produkten beitragen soll.

¹⁴Böhm (2005).

¹⁵Bukacek (2005).



Abbildung 3.1: Life-Cycle-Analyse

Insgesamt erweitert die Lebenszyklusanalyse den Begriff der Ökoeffizienz, denn es werden nicht nur Inputs und Outputs betrachtet, der Fokus liegt auf dem gesamten Prozess. Gleichzeitig bildet diese Art der Analyse die Vorstufe zu einer Betrachtung in geschlossenen Kreisläufen, also von der „Wiege“ bis zur „Wiege“. Diese wird in Abschnitt 4 vorgestellt.

4 Ökoeffektivität

Im Gegensatz zum Begriff der Ökoeffizienz, die sich vor allem auf möglichst geringen Mittel-Einsatz bezieht, soll mit dem Fokus auf Ökoeffektivität eine andere Produktionsweise ermöglicht werden. Weniger der Verzicht, sondern vielmehr die intelligente Nutzung von Ressourcen sollen gefördert werden.

4.1 Kritik am Konzept der Ökoeffizienz

Grundlage dafür ist ein neues Denken in Bezug auf Produkte und deren industrielle Herstellung. Die derzeitige Denkweise wird von der industriellen Revolution bestimmt. Rohstoffe werden abgebaut und verbraucht um ein Produkt herzustellen, das nach Beendigung seines Lebenszyklus weggeworfen wird. Das Problem dabei ist, dass das Produkt dadurch nicht verschwindet, sondern zu Müll wird. Dieser Müll muss entsorgt werden, oder er gerät unbehandelt zurück in die Natur mit den bekannten Schäden. Wird er entsorgt, entstehen Kosten und gleichzeitig wird die Umwelt in Mitleidenschaft gezogen, da beispielsweise eine Müllverbrennung ebenfalls Schadstoffe erzeugt. Wird der Müll gelagert, entstehen ebenfalls Kosten und Schäden.¹

Der Grund für diese Problematik ist, dass bei der Erzeugung von Produkten grundsätzlich nicht bedacht wird, was mit dem Produkt nach dem Ende der vorgesehenen Lebensdauer geschehen soll. Und auch wenn dies mitgedacht wird, geht es meist um Wiederverwertung in einer geringeren Qualität: Recycling bedeutet oft Downcycling. Als Beispiel dafür kann Papier dienen: Zuerst wird es als Recycling-Papier wiederverwendet, dann als Toilettenpapier. Dabei leidet in jedem Schritt die Qualität, weil die Fasern immer kürzer werden.

4.2 Alternative Ökoeffektivität

Das Konzept der Ökoeffektivität sieht nun vor, genau diesem Umstand Rechnung zu tragen. Anstatt eines „cradle-to-crave“ (Von der Wiege bis zur Bahre) Gedankens soll

¹Vgl. Braungart (2008a) S.67ff.

nun „cradle-to-cradle“ gedacht werden: Von der Wiege bis zur Wiege. Damit ist gemeint, dass schon beim Design des Produktes die gesamte Lebensdauer mit bedacht wird. Damit kann zum Beispiel gemeint sein, dass, wenn die Nutzungsdauer eines Produkts zu Ende geht, dieses nicht weggeworfen wird, sondern einen neuen, wertvollen Zweck erfüllt. Dieses Prinzip ist in der Natur praktisch überall zu finden.

Ein Beispiel für Produktion in der Natur ist der Obstbaum, dessen Früchte als „Produkte“ des Baums gesehen werden können. Diese dienen dazu, neue Bäume wachsen zu lassen. Die Strategie ist, dass Tiere die Früchte essen und dadurch die Samen weiter tragen. Die Früchte, die nicht gegessen werden, verfaulen indes, damit werden sie aber wiederum zu neuer Erde. Stirbt der Baum, wird er ebenfalls vollständig abgebaut – indirekt bildet er damit die Erde für einen neuen Baum. Dieser Kreislauf beschreibt den „cradle-to-cradle“ Gedanken: Das Ende eines Zyklus bedeutet den Neuanfang eines weiteren, der gleichzeitig keine Qualitätsverschlechterung bringt, sondern einfach anders ist.²

Dabei sei noch erwähnt, dass die Effizienz des beschriebenen Vorgangs in der Natur nicht besonders hoch ist – aus hunderten, oft tausenden Früchten entstehen nur wenige Bäume. Doch stellt dies kein Problem dar, da der Abfall, der bei diesem Prozess entsteht, eben nicht mühsam nachbehandelt werden muss, um anschließend einem Zweck zu dienen, für den er nicht gemacht wurde, sondern für einen anderen Zyklus eine wichtige Grundlage darstellt. Gleichzeitig ist der Vorgang aber höchst effektiv, da er genau zum erwünschten Ergebnis führt: neue Bäume entstehen. Den Erfolg dieser Strategie sieht man auch an der langen Zeit, die Obstbäume schon Teil der Flora sind.

4.3 Gelungene Umsetzungen

Ein Beispiel aus dem Hausbau verdeutlicht das Prinzip im industriellen Umfeld. Die Ing. Erwin Thoma Holz GmbH entwickelte eine Bauweise für Häuser namens „Holz100“. Sie verspricht zu 100% nachwachsendes Holz zu verwenden bei einem gleichzeitigen Verzicht auf Chemie und Leim, sodass das Haus bei einem etwaigen Abbau wieder vollständig in den Kreislauf eingebracht werden kann. Damit ist auch eine Belastung der Einwohner ausgeschlossen. Gleichzeitig verfügen diese Häuser über eine sehr gute Wärmedämmung und sind Brand- und Erdbebensicher. Der Energieverbrauch in der Produktion liegt bei 20% von dem herkömmlicher Methoden.³

Dem Beispiel liegen mehrere Patente und einige Jahre Entwicklung zugrunde. Aber auch im Kleinen können Veränderungen passieren. Ein großes Umweltproblem bilden die großflächig verwendeten Plastiksäcke. Ob im Supermarkt oder als Mülltüte, im Elektronikmarkt oder der Drogerie, diese Art der Tüten ist allgegenwärtig. Gleichzeitig braucht Plastik aber hunderte Jahre um abzubauen und so gelangen die meisten Säcke

²Vgl. Braungart (2008a) S.93ff.

³Vgl. Braungart (2008b)

im besten Fall auf Mülldeponien, oft aber in die Natur. Das abschreckendste Beispiel ist der riesige Strom an Plastik, der sich im Meer gesammelt hat.⁴

Ein interessantes Projekt ist, das Plastik durch Kartoffelstärke zu ersetzen, die aus Abfällen gewonnen wird. In diesem Fall ist ein Wegwerfen nicht schlimm, im Gegenteil, die Tüten können sogar auf dem Kompost kommen, denn sie zersetzen sich rückstands-frei. Solche Tüten sind schon jetzt in den österreichischen Supermärkten zu finden.

Nicht nur diese Beispiele zeigen, dass cradle-to-cradle Konzepte immer mit Innovation Hand in Hand gehen. Da ein grundlegendes Neudenken der ursprünglichen industriellen Konzepte notwendig ist, liegt dieser Zusammenhang auf der Hand.

⁴Detaillierte Informationen zu dem sogenannten „garbage patch“ finden sich im Wikipedia-Artikel zu diesem Thema, der auch weiterführende Links bereithält: http://de.wikipedia.org/wiki/Plastikmüll_in_den_Ozeanen

5 Ökoinnovation

In unserem in der Einleitung in Abbildung 1.1 vorgestellten Modell geht es um die Entstehung von Erfolg durch die strategische Nutzung von Ökoeffizienz und Innovation, abgegrenzt durch die Determinanten. In Abschnitt 2 wurden Grundlagen von Innovation besprochen, in Abschnitt 3 ging es um Ökoeffizienz. Im Modell wird ein Zusammenhang von Innovation und Ökoeffizienz postuliert, was schon durch Beispiele untermauert wurde. Ökoeffizienz kann ja insofern als Innovation betrachtet werden, als dieses Konzept eine Änderung in der Zielvorstellung des Unternehmens bewirkt. Trotzdem muss diese postulierte Verbindung auch wissenschaftlich untersucht werden. Es gibt viele Publikationen in diesem Bereich, unter anderem bei OECD (2009a), Arundel/Kemp (2009) oder OECD (2009b). Die OECD widmet diesem Thema im Direktorat für Wissenschaft, Technik und Industrie einen eigenen Bereich.¹ Der folgende Abschnitt stützt sich deshalb auch zumeist auf Angaben der OECD.

5.1 Nachhaltige Produktion

Der Beginn von Ökologie in Unternehmen lag in der Erkenntnis, dass ein hoher Schadstoffausstoß die eigene Lebenswelt gefährdet. Deshalb wurde damit begonnen, Schadstoffgrenzen einzuführen. Aus dieser Zeit stammt die Gleichsetzung von Umwelt mit hohen Kosten, denn durch die Begrenzungen wurde zwar die Umwelt weniger belastet, allerdings die Produktionsweise nicht verändert.² Insgesamt blieben den Unternehmen also nur die höheren Kosten.

Ende der 1980er Jahre kamen neue Konzepte wie die Life-Cycle Analyse und „cleaner production“ auf, die mehr auf den Grund der Belastung gingen als sie, nachdem sie entstanden war, zu verringern. Dadurch begann eine genauere Prozessanalyse die schlussendlich die Prozesse an sich zu verändern trachtete.

Diese Entwicklungen bilden die Grundlage für den heute oft verwendeten Begriff der Ökoeffizienz. Es zeigte sich, dass „unweltfreundlich“ nicht automatisch mit „teuer“, sondern viel mehr mit mit Begriffen wie „langfristig günstig“ und „Wettbewerbsvorteil“

¹http://www.oecd.org/document/37/0,3343,en_2649_34173_40695077_1_1_1_1,00.html

²OECD (2009a) S. 24f..

verbunden werden kann. Die weite Verbreitung von Umweltmanagementsystemen, die mit ISO 14001 oder EMAS zertifiziert sind, zeigt den Erfolg dieser Methode.

Umweltschutz, derzeit wohl bekannter unter dem Namen „Klimaschutz“, ist eines der großen Themen unserer Zeit. Und es hat wohl nicht nur wirtschaftliche Gründe, dass „corporate social responsibility“³ mittlerweile zum guten Ton gehört. Das Unternehmen eingebettet in die Umwelt zu betrachten, ist eher Normalität als Ausnahme. Diese Sicht wurde vom Konzept der Nachhaltigkeit geprägt. Dabei geht es im Grunde genommen darum, so zu produzieren, dass die natürlichen Ressourcen in einer Weise genutzt werden, die sie nicht zerstört. Der Begriff der Nachhaltigkeit wird mittlerweile oft auch in anderen Bereichen verwendet, gerade die Politik findet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten („nachhaltige Arbeitsmarktpolitik“). Ein weiteres Konzept jüngerer Datums ist der Produktlebenszyklus. Dabei wird davon ausgegangen, dass jedes Produkt irgendwo einen Anfang nimmt und später sein Ende findet. Ein Auto wird gebaut, gefahren, und am Ende verschrottet. Löst man seinen Blick aber etwas vom Produkt selbst, stellt man fest, dass es schwer ist, Anfang und Ende genau zu definieren. Die Rohstoffe werden zwar ganz zu Beginn abgebaut, aber wie sollen die verwendeten Recycling-Produkte interpretiert werden? Noch schwerer fällt es, ein Ende zu finden, denn die verbauten Materialien verschwinden nicht nach dem Ende der Nutzung. Begreift man den Lebenszyklus als einen geschlossenen Kreis oder das Ende des einen Kreises als Beginn eines oder mehrerer anderen, ist man beim Konzept der „Ökoeffektivität“ angelangt, das zuvor schon erläutert wurde.

In einem weiteren Schritt führt das auch dazu, nicht mehr nur die isolierten Unternehmen, sondern ein System als ganzes zu betrachten, was als „industrielle Ökologie“ bezeichnet wird.⁴ Dass die Thematik auch in der Industrie verstanden wurde und zumindest teilweise angewendet wird, zeigen Veröffentlichungen wie „Greening the Economy“ am „European Business Summit 2008“, wo doch deutlich die Chancen, die in Ökologie und Innovation stecken, aufgezeigt wurden.⁵

5.2 Das Konzept der Ökoinnovation

Seit ein paar Jahren wird die Methode, Nachhaltigkeit durch Innovation und moderne Produktion zu erzielen, als „Öko-Innovation“ bezeichnet.⁶ Die EU und einzelne europäische Staaten erkannten diesen Trend und so wurde 2004 der „Environmental Technology Action Plan“ (ETAP)⁷ ins Leben gerufen.⁸ Im Jahr 2008 wurde auch eine Initiative

³Unternehmerische soziale Verantwortung

⁴OECD (2009a).

⁵Warr/Orsato (2008).

⁶Vgl. OECD (2009a) S.38ff.

⁷Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2004).

⁸Webseite der EU: http://ec.europa.eu/environment/etap/index_de.htm

gestartet, Projekte zur Förderung von Ökoinnovation zu unterstützen.⁹ Dieser Fond ist für den Zeitraum 2008 – 2013 mit 200 Millionen Euro dotiert und viele Projekte befinden sich bereits in der Umsetzung.¹⁰ Von der EU wird Ökoinnovation in ihrer aktuellen Ausschreibung für Ökoinnovationsprojekte folgendermaßen definiert:¹¹

„[Öko-Innovation ist] jede Form der Innovation, die wesentliche und nachweisbare Fortschritte zur Erreichung des Ziels der nachhaltigen Entwicklung anstrebt, indem sie Umweltbelastungen verringert oder eine effizientere und verantwortungsvollere Nutzung natürlicher Ressourcen, einschließlich der Energie, bewirkt.“

Auch in den USA gibt es ein Programm, eingeführt von der dortigen Umweltschutzbehörde, dass besseren Umweltschutz durch Innovation ermöglichen soll. Das „National Center for Environmental Innovation“ wurde dafür ins Leben gerufen um Forschung, Entwicklung und Einsatz von Technologien zu unterstützen.

Was unterscheidet aber Ökoinnovation von konventioneller Innovation? Nach dem OECD-Buch über Öko-Innovation gibt es zwei Unterschiede.¹² Zuerst ist das Ziel von Öko-Innovation genauer. Innovation an sich lässt das Ziel, die Innovation offen, von einer Öko-Innovation wird eine Verbesserung der ökologischen Situation verlangt.

Zum zweiten können Ökoinnovationen auch Veränderungen in sozialen oder situationalen Strukturen betreffen. Das heißt, dass diese Art von Innovation nicht nur auf Unternehmensebene passiert. Allerdings ist dies nicht zwangsläufig ein Unterschied zu konventionellen Innovationen, wenn man weiter gefasste Definitionen ansieht. Um Ökoinnovation genauer zu verstehen, kann sie anhand von drei Achsen erklärt werden: Ihrem Ziel, den angewandten Mechanismen und den Auswirkungen der Innovation.¹³

Ziel beschreibt den Fokus der Innovation. Es kann sich um Produkte oder Dienstleistungen, Prozesse wie die Produktion, Marketingmethoden, Organisationen und Institutionen handeln, die durch Ökoinnovationen verändert werden.

Mechanismen sind die Art und Weise, wie die Ökoinnovation passiert oder eingeführt wird. Sie sind zum Teil determiniert durch die Art der Ökoinnovation. Vier Basismechanismen sind die Modifikation, das Neudesign, die Alternative, und das völlige Neuerschaffen.

Auswirkung meint den konkreten Effekt der Ökoinnovation auf die Umweltsituation. Er hängt von der Kombination des Ziels und des Mechanismus ab. Die Effekte

⁹http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/index_en.htm

¹⁰European Executive Agency for Competitiveness and Innovation (2009).

¹¹CIP Öko-Innovation (2010).

¹²OECD (2009a) S.40f..

¹³OECD (2009a).

können dabei von einer leichten Verbesserung der Situation bis hin zu einer vollständigen Beseitigung der Umweltsituation reichen. In diesem Zusammenhang sei auch auf die von Ulrich von Weizsäcker eingeführten Faktoren verwiesen.¹⁴

Ziel und Mechanismus bilden zusammen das Innovationsdesign. Diese Typologie bildet die Basis anhand derer Unternehmen ihre Ökoinnovation bewerten können. Es sei hier auch auf die Arten der Innovation verwiesen, besprochen in Abschnitt 2.2 auf Seite 21.

Öko-Innovation umfasst Ökoeffizienz genauso wie Life-Cycle-Gedanken. Es verlangt aber nach einem noch systemischeren Ansatz, nicht nur einen rein technologischen. In OECD (2009a) heißt es dazu: „... technology alone cannot make large differences. It has to be harnessed in association with human enterprise, organizations and social structures.“¹⁵

Öko-Innovation spielt eine wichtige Rolle für das Erreichen nachhaltiger Produktion. Für jede Weiterentwicklung des Umweltgedankens, vom reinen Vermeiden, hin zu Ökoeffizienz, cleaner production und dem Lebenszyklus-Gedanken, spielten ökologische Innovationen eine Rolle. Für Unternehmen ist es wichtig zu wissen, dass auch die ökologischen Themen Innovationen sind und damit nicht rein auf der technischen Ebene verbleiben.¹⁶ Diesem Umstand wird auch im hier postulierten Modell Rechnung getragen, und es ist dieser vermutete Zusammenhang zwischen Ökologie und Innovation, der einen wichtigen Teil der empirischen Analyse ausmacht.

5.3 Messbarkeit von Ökoinnovation

Wie bei allen Business-Aktivitäten ist die Messbarkeit schwierig, aber wünschenswert. Wichtig ist, dabei zu beachten, dass es nicht nur eine Zahl gibt, die sich verändert, sondern mehrere Parameter betroffen sind, denn der Ansatz von Ökoinnovation ist ein ganzheitlicher, der verschiedenste Aspekte eines Unternehmens miteinbezieht.

5.3.1 Gründe für den Wunsch nach Messbarkeit

In einem Unternehmen müssen täglich Entscheidungen getroffen werden. Diese Entscheidungen sollen möglichst auf Fakten beruhen. Gleichzeitig sind über viele, neuere Entwicklungen keine Erfahrungswerte vorhanden. Die Interpretation von Erfolg oder Misserfolg ist leichter, wenn Zahlen da sind, die herangezogen werden können.¹⁷

¹⁴Weizsäcker (1999).

¹⁵OECD (2009a) S.48.

¹⁶OECD (2009a) S. 51.

¹⁷OECD (2009a).

Zuerst einmal ist eine Messung also dazu da, die Auswirkung einer neuen Entwicklung zu verstehen. Gibt es mehrere Messungen, kann die Entwicklung über die Zeit berücksichtigt werden. Mit der Zeit kommen Erfahrungen hinzu, die es ermöglichen, die Zahlen besser zu interpretieren und so Entwicklungen schneller zu beeinflussen.

Der zweite wichtige Grund, sich eine Messbarkeit zu wünschen ist die Entscheidungsfindung. Führungskräfte sind immer unter Entscheidungsdruck und müssen strategische Entscheidungen fällen. Im Endeffekt geht es um die Performance des Unternehmens und diese wird meist mit Zahlen gemessen. Ein ökoinnovatives Unternehmen zu führen bedeutet, eine Grundsatzentscheidung getroffen zu haben. Ob sie richtig war, will man an Indikatoren ablesen, die dies belegen oder widerlegen, die einem aber zumindest eine nachvollziehbare Aussage treffen lassen.

Der letzte wichtige Grund liegt in der Selbstüberprüfung. Bestimmte Maßnahmen werden nicht von heute auf morgen erfolgreich sein, ihre Auswirkungen werden langsamer spürbar. Zahlen können über Zeitreihen wichtige Indikatoren liefern, ob man in die richtige Richtung geht oder ob Änderungsbedarf gegeben ist.

5.3.2 Verschiedene Indikatoren

Um Messungen vorzunehmen, werden zuerst Indikatoren benötigt. In OECD (2009a), S. 99ff. werden zur Messung von Ökoinnovation folgende Indikatoren vorgestellt: Individuelle Indikatoren, Key performance Indicators, zusammengesetzte Indizes, Materialstromanalyse, Umweltgerechtes Accounting, ökoeffiziente Indikatoren, Lebenszyklus-Indikatoren, Nachhaltigkeitsindikatoren und sozial verantwortungsvolle Investments. Eine Zusammenfassung der Einsatzmöglichkeiten der Indikatoren ist in OECD (2009a) in Tabelle 3.3 auf S. 130 zu sehen. In dieser Arbeit wird vor allem mit Key Performance Indikatoren und Ökoeffizienz Indikatoren gearbeitet.

Key Performance Indicators (KPIs) sind quantitative und qualitative Daten, die einer Organisation helfen, die Erreichung ihrer selbstgesteckten Ziele zu überprüfen. Dazu können wirtschaftliche Daten wie der Umsatz oder die Rendite gehören, aber auch die Forschungsquote oder die Anzahl an innovativen Produkten.¹⁸

Eco-Efficiency Indicators sind quantitative Indikatoren, die das Verhältnis zwischen dem geschaffenen ökonomischen Wert einer Einheit und ihren ökologischen Auswirkungen zeigen.¹⁹ Ein solcher Indikator stellt beispielsweise das Verhältnis des Werts der verkauften Produkte zu der Energie dar, die zu deren Herstellung nötig war. Auch das Verhältnis von den Produkten zum erzeugten Abfall ist ein Indikator für Ökoeffizienz.

¹⁸OECD (2009a) S. 106 f.

¹⁹OECD (2009a) S. 119 f.

5.3.3 Generische Daten zur Messung

Die OECD macht mehrere Vorschläge zur Messung von Ökoinnovation.²⁰ Hindernisse können ökonomischer oder regulatorischer Natur sein, es gibt auch noch oft nicht genügend Forschung, zuwenig Kapital oder auch keine Nachfrage. Gemessen werden können Inputs und Outputs (direkte und indirekte) genauso wie die Auswirkungen von Ökoinnovation.

Inputs

Die Inputs werden vor allem über die Forschung und Entwicklung gemessen. Für Klein- und Mittelbetriebe (KMUs) ist dies allerdings oft keine gute Messgröße, da dort F&E oft auf informeller Basis stattfindet und nicht, wie bei größeren Unternehmen, im Budget verankert ist. Außerdem werden nicht-technische Innovationen meist nicht abgebildet, Ökoinnovation ist aber wie schon geschrieben mehr als nur aus der technischen Perspektive zu sehen. Leider gibt es für „umweltgerechte F&E“ nur wenig Daten. Es wäre für Studien wünschenswert, könnten sie nach F&E fragen, die aus Umweltschutzgründen gemacht wurde und nach solcher, die tatsächlich für die Verringerung von Umweltschäden relevant ist.

Indirekte Outputs

Hier geht es vor allem um Produkte die aus der Umsetzung von Ökoinnovation heraus entstehen wie Patente, Publikationen und Zitierungen. Auch hier wäre es wünschenswert, Öko-Patente zu erfassen, also solche, die eine Verbesserung der Umweltsituation mit sich bringen. Allerdings decken Patente und Publikationen nicht alle indirekten Outputs ab. Viele Erfindungen oder Innovationen werden nicht patentiert, vor allem wenn sie nicht-technischer Natur sind. Außerdem ist der Erfolg von Patenten sehr unterschiedlich, und alle Möglichkeiten einer Voraussage des Erfolgs beziehen sich auf historische Daten, sind also nicht sehr zuverlässig wenn man betrachtet, wie schwer Innovationserfolg generell vorauszusagen ist.

Direkte Outputs

Diese Outputs bilden sich aus den wirklich realisierten Ökoinnovationen. Auch hier gibt es derzeit noch ein Datenproblem, denn nur wenige Produkt-Datenbanken gehen auf die ökologischen Auswirkungen ihrer Produkte ein.

²⁰OECD (2009a) S.149ff..

Auswirkungen

In dieser Frage geht es um die Auswirkungen auf die Umwelt, welche z.B. mit Ökoeffizienz Regeln definiert werden können. Wie in 3.3 beschrieben, wird Ökoeffizienz generell nach dem Verhältnis von Inputs und Outputs bemessen:²¹

$$\frac{\text{Wert des Produkts/Services}}{\text{Umwelteinfluss}}$$

Diese Messungen können also auch für Ökoinnovation herangezogen werden. Alle diese Größen befinden sich in generischen Datenquellen wie Datenbanken bzw. könnten in Zukunft in solchen stehen. Es gibt aber auch die Möglichkeit, direkt mit Firmen in Kontakt zu treten und mit Fragebögen zu arbeiten.

5.3.4 Verwendung von Fragebögen

Die direkte Verbindung mit Unternehmen und deren Befragung über Fragebögen bildet eine weitere, zusätzliche Möglichkeit, die Ökoinnovation zu messen. Gleichzeitig kann sie auf Fragen eingehen, die generische Daten nicht beantworten können.²²

Es gibt mehrere Beispiele für durchgeführte Umfragen. Zwei Arten sind zu unterscheiden, großen eine oder mehrere Nationen und mehr als tausend Organisationen betreffend, meist von Regierungsstellen durchgeführt, und kleinere, auf gewisse Regionen oder Branchen fokussierte, gemacht von Forschungseinrichtungen wie Universitäten oder Instituten.

Die Vorteile dieser Untersuchungen sind, dass ihre Ergebnisse nicht auf die bewusste Ökoinnovation eingegrenzt werden müssen und dass die gewonnenen Informationen mit anderen Daten auf Unternehmensniveau, die vielleicht in anderen Teilen der Befragung bearbeitet wurden, verbunden werden können. Dazu kommt, dass auch die Motivation abgefragt werden kann. Der größte Nachteil der Umfragen, oder besser ihre größte Schwierigkeit, liegt in den Fragestellungen. Diese müssen genau gewählt werden und mit der aktuellen Forschung übereinstimmen. Es kann auch sein dass, wenn Zeitreihen gefragt sind, alte Daten einfach nicht vorhanden sind, weil früher niemand an diese Fragestellungen gedacht hatte.

5.3.5 Empfehlungen der OECD

Umfragen in diesem Gebiet können viele, wenig erforschte Aspekte abdecken. Es geht hier um den Inhalt der Ökoinnovationen, die Motivation und die Hindernisse und die Auswirkungen derselben. Ziel sollte sein, daraus einerseits wertvolles Material für den

²¹Verfaillie/Bidwell (2000) S. 8.

²²OECD (2009a).

Gesetzgeber, andererseits aber auch Gründe für Unternehmen, in Ökoinnovation zu investieren, zu finden.

Mögliche Stoßrichtungen wären, die Erschaffung und die Nutzung von Innovation zu untersuchen. Auch die Forschungsbudgets sind interessant. Wenn möglich, können die verschiedenen Arten von Ökoinnovation getrennt untersucht werden um zu sehen, welche genau betrieben werden. Für die Gesetzgeber ist auch der Anteil an nicht geplanter Ökoinnovation interessant und welche Methoden und Hilfestellungen von Unternehmen verwendet werden. Für die Unternehmen sind natürlich die Auswirkungen ihrer Politik von großem Interesse, wie beispielsweise der ökonomische Erfolg.

Wichtig ist es, die Umfragen mit offiziellen Daten wie der Wirtschaftsentwicklung zu verbinden, oder selbst Dinge wie Branche, Angestellte und ähnliches abzufragen.

Insgesamt gibt es nicht die „eine“, beste Methode um Ökoinnovation wissenschaftlich zu erforschen. Je mehr Untersuchungen zu diesem Thema gemacht werden, desto besser wird auch die Datenlage werden. Zeitreihen sind hier ein Thema, das in Zukunft die Entwicklungen besser erklären wird können.

Teil II

Empirische Untersuchung

6 Analyse der Befragung des AIT

Die Befragung des AIT in Kooperation mit Fraunhofer bildet die Grundlage und das Datenmaterial für den empirischen Teil der Diplomarbeit. Hier sollen die aufgeworfenen Fragen mit statistischen Mitteln und durch die Interpretation der Ergebnisse behandelt werden. An dieser Stelle sollen die möglichen Fragen, die mithilfe des Fragebogens beantwortet werden können, herausgearbeitet werden. Daneben soll aber auch gezeigt werden, welche Fragen nur ungenügend beantwortet werden oder gar offen bleiben müssen.

6.1 Überblick zum Fragebogen

An dieser Stelle wird zuerst der Fragebogen selbst dargestellt. Er findet sich im Anhang ab Seite 133. Der Titel lautet „Modernisierung in der Produktion“. Er ist in 13 Frageblöcke unterteilt. Die Thematik umfasst hauptsächlich die Methoden der Produktion, die interne Organisation, die hergestellten Produkte und die wirtschaftlichen Kennzahlen. Zusätzlich wird auch nach angebotenen Dienstleistungen, Auslandsengagements, Mitarbeiterstruktur und den Unternehmenszielen gefragt.

Die überwiegende Mehrheit der Fragen sind mit Ja/Nein zu beantworten, numerische Daten werden nur selten gefragt. Diese wären aber gerade in Hinblick auf eine Modellerstellung mittels linearer Regression interessant.

Der Fragebogen wird aus Sicht der Forschungsgebiete dieser Arbeit analysiert. Deshalb wird die Verwertbarkeit hinsichtlich Fragen zur Innovation, Ökoeffizienz und Ökoinnovation geprüft.

6.2 Messbarkeit von Ökoeffizienz

Eine der wichtigsten Fragen lautet: „Wie ökoeffizient ist ein Betrieb“? Um eine Antwort zu geben, muss aber erst Ökoeffizienz definiert werden. In Abschnitt 3 wurden verschiedene Methoden gezeigt, ein Maß für die Ökoeffizienz zu finden. Der Fragebogen enthält verschiedene Input- und Output basierte Daten wie die Ausgaben für Energie oder die Höhe des Umsatzes.

Genauere Daten über Inputs und Outputs, wie beispielsweise die Abfallmenge, die Anzahl der Produkte oder den Materialeinsatz, sind leider nicht vorhanden. Der einzige Wert, der eine Aussage über die Größe der Inputs machen kann, ist der Gesamtenergieverbrauch. Es gibt aber mehrere Fragen zum Einsatz von Technologie und zu anderen Maßnahmen, die den Betrieb effizienter machen können. Diese quantitativen Parameter sind:

- Grad der Nutzung von Techniken zur Senkung des Ressourcenverbrauches
- Einsatz von Umweltkennzahlensystemen
- Vernetzung mit anderen Betrieben im Bereich Abwärme und Abfallbewirtschaftung
- Effizienz der Energienutzung im Branchenvergleich

Bei der Bewertung der Ökoeffizienz der untersuchten Unternehmen ist es nur möglich, die Anzahl der verwendeten Technologien und deren Anwendungsintensität zu vergleichen. Daneben wird auch untersucht, ob Unternehmen, die gewisse effizienzsteigernde Technologien verwenden, sich auch in anderen Bereichen von den Unternehmen unterscheiden, die diese Technologien nicht anwenden.

6.3 Messbarkeit der Innovation

Der größere Teil des Fragebogens beschäftigt sich mit der Innovation in den Unternehmen. Dabei wurde nach mehreren numerischen Größen gefragt:

Einführung neuer Produkte: Punkt 5 im Fragebogen beschäftigt sich mit dem Neuheitswert der Produkte der Unternehmen. Es wurde gefragt, ob die Unternehmen in den letzten zwei Jahren Produkte auf den Markt brachten die 1) Neu für den Betrieb oder 2) neu für den Markt waren. „Neu für den Betrieb“ konnte also heißen, dass das Produkt zwar im Unternehmen selbst zuvor noch nicht hergestellt worden war, sehr wohl aber in Konkurrenzunternehmen erzeugt worden ist. Marktneuheiten hingegen sind Produkte, die für den gesamten Markt neu sind. In beiden Fällen wurde auch nach dem Umsatzanteil dieser Produkte gefragt.

Dauer der Produktentwicklung: Für die Produktneuheiten wurde erhoben, wie lange die Entwicklung der Produkte dauerte. Für die Marktneuheiten wurde nicht separat gefragt.

Umsatzanteil älterer Produkte: Im Punkt 5 gab es noch eine dritte Frage. Diese beschäftigte sich mit älteren Produkten, die seit mindestens zehn Jahren angeboten wurden. Auch hier wurde nach dem Umsatzanteil gefragt.

Umsatzanteil neuer Dienstleistungen: In Punkt 7 des Bogens wurde nach produktbegleitenden Dienstleistungen gefragt. Diese umfassen Leistungen wie Wartung und Schulung oder auch Beratung. Dabei wurde gefragt, ob in den letzten zwei Jahren vom Unternehmen neue produktbezogene Dienstleistungen angeboten wurden. „Neu“ war hier im Sinne von „für das Unternehmen neu“ zu verstehen. Es wurde auch nach dem Umsatzanteil dieser neuen Dienstleistungen gefragt.

Anteil der F&E-Ausgaben: Im Teil 13 wurden allgemeine Charakteristika des Unternehmens erhoben. Dazu zählen die Forschungs- und Entwicklungsausgaben. Nach diesen wurden nicht direkt gefragt, sondern es konnte die Quote gemessen am Umsatz angegeben werden.

Zusätzlich wurden mehrere quantitative Parameter erhoben. Die Fragen beschäftigen sich unter anderem mit Produktionstechniken, Organisationskonzepten und Produkteigenschaften.

Derzeit genutzte Techniken: im Fragenblock 3 wurde der Einsatz mehrerer Produktionstechniken erhoben. Für jede Technik konnte das Jahr des erstmaligen Einsatzes, die Intensität der Nutzung und das Ziel der Nutzung angegeben werden. Die Techniken umfassten die Bereiche Automatisierung, Bearbeitungs- und Herstellungstechniken sowie IT Techniken zur Produktionssteuerung.

Derzeit genutzte Organisationskonzepte: Ähnlich wie bei den Techniken wird in Punkt 6.1 nach Organisationskonzepten gefragt. Auch hier wird der Beginn des Einsatzes, die Intensität der Nutzung und das vorrangige Ziel derselben erhoben.

Art und Charakteristika des Hauptproduktes: Frage 12 dreht sich um die Produktion des Hauptprodukts der Unternehmen. Herstellungsdauer, Lieferzeit und Termintreue werden ebenso erhoben wie die Qualität des Produkts, gemessen an der Nachbearbeitungsquote.

Aus diesen Daten lassen sich durchaus Rückschlüsse auf die Innovation in den Unternehmen ziehen. Wie schon in der Theorie über die betriebliche Innovation erklärt wurde, sind innovative Unternehmen in mehreren Bereichen neuartig. Dabei geht es vor allem um die Herstellung der Güter, die Organisationsform und schließlich das Produkt. In allen drei Bereichen ist innovativ-sein möglich. Im Fragebogen werden auch alle drei Bereiche behandelt, allerdings nicht besonders detailliert. Das betrifft vor allem die innovativen Produkte, bei denen gefragt wurde, ob welche eingeführt wurden und in welchem Ausmaß diese zum Umsatz beitragen.

Der auch für die Analyse in dieser Arbeit wichtige Bereich der Produktion, wurde zumindest insofern behandelt, als dass der Einsatz mehrerer moderner Produktionstechniken erhoben wurde. Die Techniken lassen sich in die Bereiche Automatisierung,

Bearbeitungs- und Herstellungstechniken und IT-Systeme unterteilen. Ebenfalls von Interesse ist die Anwendung innovativer Organisationskonzepte, die genauso wie moderne Produktionsmethoden ein Hinweis darauf sein können, wie sehr sich ein Unternehmen mit dem Konzept von Innovation auseinandersetzt. Beispiele dafür sind in dem Fragebogen die Punkte, die sich mit Arbeits- und Produktionsorganisation oder Wissensmanagement beschäftigen.

6.4 Meßbarkeit von Ökoinnovation

Wie schon in Abschnitt 5.3 beschrieben, kann Ökoinnovation mittels Umfragen ebenfalls bewertet werden. Leider findet sich in der vorliegenden Befragung wenig zu diesem Thema. Die Frage, wie stark das Konzept der Ökoinnovation angewandt wird, kann deshalb nicht untersucht werden. Ein Ansatzpunkt wäre hier, in der nächsten Umfrage nicht nur nach dem Umsatzanteil von Marktneuheiten zu fragen, sondern auch nach dem Umsatzanteil neuer Produkte, die sich von ihrer Konkurrenz durch besonders geringe Auswirkungen auf die Umwelt abheben.

In dieser Arbeit können wir aber zumindest die Frage erläutern, ob ökoeffiziente Produzenten auch innovativ sind. In diesem Fall wird also untersucht, ob sich eine positive Korrelation herstellen lässt zwischen der Anwendung ökoeffizienter Produktionstechnologien und einem hohen Umsatzanteil an Marktneuheiten.

Auch der Einsatz von Zertifizierungen wie ISO als Größe in die Betrachtung miteinbezogen, ebenso wie der ökonomische Erfolg und die Mitarbeiteranzahl. Auch die von der OECD empfohlene Brancheneinteilung wird vorgenommen. Wir werden also fragen, ob innovative, ökoeffizient produzierende Unternehmen wirtschaftlich erfolgreich sind, ob sie erfolgreicher sind als Unternehmen, die weniger innovativ oder ökoeffizient sind und ob es Unterschiede zwischen den Branchen oder zwischen Unternehmen unterschiedlicher Größe gibt. Zum Zusammenhang von Ökologie und Innovation wird auch untersucht, ob ökoeffiziente Produzenten auch innovativer sind als andere.

6.5 Angewandte statistische Methoden

In der Auswertung der Daten werden mehrere für die Fragestellung adäquate statistische Methoden verwendet. Um erste Aussagen über die Daten treffen zu können werden deskriptive Statistiken (Mittelwert, Standardabweichung u.a.) angewandt. Eine gute Einführung in dieses Thema bietet das Statistik-Skriptum vom Institut für Statistik und Mathematik der Wirtschaftsuniversität Wien.¹

Um die Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen zu untersuchen, ist es notwendig, zuerst auf mögliche Korrelationen hin zu prüfen. Dabei wird die Methode von

¹ISM (2011), siehe zu diesem Thema vor allem Kapitel 4.

Pearson verwendet. Dieser beschreibt den linearen Zusammenhang zweier Variablen. Auch hier sei zu detaillierteren Ausführungen auf die Statistik-Einführung der Wirtschaftsuniversität Wien verwiesen, wo der Korrelationskoeffizient nach Pearson in Kapitel 5 beschrieben wird.

Die Beziehungen der Variablen dienen als Basis zur Modellerstellung. Dazu bedient sich die Arbeit den Mitteln der Regressionsanalyse. Es wird ermittelt, inwieweit sich einzelne Variablen durch andere erklären lassen. Zumeist wird der Spezialfall der linearen Regression angewandt.

6.6 Methodik zur Analyse der Fragen

In der Einleitung wurden die Forschungsfragen formuliert (siehe dazu Abschnitt 1.3 auf Seite 5). Es stellt sich die Frage, wie diese mithilfe der Umfrage beantwortet werden können. Die in diesem Abschnitt referenzierten Fragennummern wie beispielsweise „11.1“ beziehen sich auf die Punkte des Fragebogens. Dieser ist im Anhang ab Seite 133 dargestellt.

Die Forschungsfragen wurden in der Einleitung auf Seite 5 formuliert. In der Folge wird beschrieben, wie diese Fragen analysiert werden sollen.

Frage 1

Welche die Ökoeffizienz steigernden Technologien werden eingesetzt, aufgeschlüsselt nach Branche und Unternehmensgröße?

Zu Beginn wird untersucht, welche Unternehmen teilnehmen. Aus Frage 13.1 des Fragebogens können die Betriebe nach Größe (Mitarbeiter), Umsatz (Jahresumsatz), Erfolg (Umsatzrendite) kategorisiert werden. Die Branche kann aus Frage 11.1 ausgelesen werden.

Die Ökoeffizienz von Betrieben in der Produktion wird in Frage 4.1 behandelt. Die einzelnen Techniken konnten dabei mit einem Verwendungsgrad gekennzeichnet werden. Die Ergebnisse der einzelnen Technologien werden ausgewertet, mit und ohne Einbeziehung des Verwendungsgrades. Dabei werden auch die Unterschiede zwischen großen und kleinen Unternehmen und zwischen den einzelnen Branchen besprochen.

Frage 2

Erreichen ökoeffiziente Unternehmen eine höhere F&E-Quote?

Die F&E-Quote wird in Frage 13.2 ermittelt. Diese Daten und die Ergebnisse der Verwendung von ökoeffizienten Technologien in der Produktion werden auf Zusammenhänge geprüft. Dazu kommen auch andere Ökoeffizienz-Ergebnisse wie das Selbstbild der Unternehmen oder die Verwendung von Zertifizierungen.

Frage 3

Lässt sich von einem hohen Innovationsgrad in der Produktion auf ökoeffiziente Produktion schließen?

Damit ist gemeint, ob Unternehmen mit moderner Produktion (also modernen Prozessen, siehe Frage 3.1) auch ökoeffizienter produzieren. Dazu werden die vorhandenen Daten zur ökoeffizienten Produktion mit denen zur innovativen Produktion verglichen. Mittels Regression soll analysiert werden, ob ein Zusammenhang zwischen dem Einsatz der verschiedenen Technologien besteht.

Frage 4

Wirkt sich der Einsatz ökoeffizienter Produktion auf den wirtschaftlichen Erfolg aus?

Der wirtschaftliche Erfolg der Unternehmen wird im Fragebogen im Punkt 13.1 behandelt. Dort wird unter anderem nach Umsatz und Rendite gefragt. Es gibt fünf Antwortmöglichkeiten zur Höhe der Rendite: negativ, 0 bis 2%, 2 bis 5%, 5 bis 10% und mehr als 10%. Es soll analysiert werden, ob ein Zusammenhang zwischen der Verwendung von ökoeffizienten Technologien und dem Umsatz oder der Umsatzrendite besteht.

Frage 5

Welchen Zusammenhang gibt es zwischen ökoeffizienter Produktion und der Erfüllung der Nachhaltigkeitsfaktoren?

Die in der Auswertung genauer beschriebenen Nachhaltigkeitsfaktoren sollen auf einen Zusammenhang mit dem Einsatz von ökoeffizienten Technologien überprüft werden. Schon jetzt muss aber gesagt werden, dass die Umfrage nur wenig auf diese Faktoren eingeht und nur wenig brauchbare Ergebnisse die Folge sind.

Frage 6

Kann von einem hohen Innovationsgrad auf ein ökoeffizientes Unternehmen geschlossen werden, bzw. vice versa?

Der Innovationsgrad bei den hergestellten Produkten (im Gegensatz zur innovativen Produktion die in Forschungsfrage 3 behandelt wird) wird im Fragebogen in Frage 5 abgefragt. In 5.1 wird gefragt, welchen Umsatzanteil neue Produkte im letzten Jahr hatten. Frage 5.2 beantwortet den Umsatzanteil von völlig neuen Produkten, also Produkten mit einem hohen Innovationsgrad. Mit Hilfe von Regression soll untersucht werden, ob ein hoher Anteil an Produkten mit hohem Innovationsgrad auch den Einsatz von ökoeffizienteren Produktionsmethoden mit sich bringt. Diese Fragestellung geht in die Richtung von Ökoinnovation; allerdings ohne Kenntnis, ob die Produkte selbst als ökoeffizient

bezeichnet werden können, sind Aussagen bezüglich der Ökoinnovation nur schwer zu treffen.

7 Auswertung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der AIT-Befragung ausgewertet und interpretiert. Die Ausgangsbasis bilden die Forschungsfragen, die schon in Abschnitt 6.6 auf Seite 71 beschrieben wurden.

Diese Fragen sollen dabei die Ausgangshypothese stützen, die wie folgt lautet: Unternehmen und ihr Erfolg werden maßgeblich durch die äußeren Umstände und die innere Ausrichtung, die Unternehmensstrategie bestimmt. Während die äußeren Gegebenheiten meist nicht geändert werden können, ist die Strategie selbst bestimmbar. Die Anwendung der Konzepte Innovation und Ökoeffizienz sind dabei Faktoren, die positiv zum Erfolg, zur Performance beitragen können. Diese Hypothese, wurde in den vorangegangenen Kapiteln theoretisch aufbereitet und soll nun empirisch, mit Hilfe der Daten aus der Umfrage des AIT, belegt werden.

7.1 Allgemeine Charakteristika der teilnehmenden Unternehmen

Bei einer so detaillierten Umfrage wie der des AIT ist es wichtig, zuerst das Datenmaterial zu sichten. Erste Analysen sollen einen Überblick darüber geben, wie die Teilnehmer einzuordnen sind. Das betrifft zuerst die wirtschaftlichen Größen, also den Umsatz, die Mitarbeiter und die Rendite, die einen Einblick in Größe und Erfolg der Unternehmen geben. Wichtig ist aber auch, wie die Unternehmen in ihrer Tätigkeit einzuordnen sind, also welcher Branche sie angehören. Diese Merkmale bilden die Grundlage für die Untersuchungen der weiteren Fragen, denn dort soll unter anderem untersucht werden, ob es Unterschiede zwischen den Branchen, den unterschiedlichen Betriebsgrößen usw. gibt.

Die Gesamtheit der Unternehmen ist nämlich sehr heterogen. Die Mitarbeiteranzahl geht von 10 bis hin zu mehreren Tausend. Auch beim Umsatz gibt es große Unterschiede. Die Unternehmen sind natürlich auch unterschiedlich erfolgreich. Die einzelnen Branchen unterscheiden sich auch in Umsatz und Erfolg, obwohl alle Unternehmen im produzierenden Bereich tätig sind. Daher ist es sinnvoll, die Verteilungen der interessierenden Merkmale zu betrachten, um daraus die charakteristischen Eigenschaften

kennen zu lernen.

Eine besonders relevante Zahl steht am Beginn dieses Abschnitts: die Anzahl der teilnehmenden Unternehmen lag bei 309. Insgesamt wurden rund 3000 Fragebögen ausgeschickt, die Rücklaufquote beträgt damit 10%.

7.1.1 Der Umsatz

Von den 309 Unternehmen gaben 280 ihren Umsatz an. Wie in Tabelle 7.1 zu lesen ist, betrug er im Jahr 2008 zwischen 1 und 2755 Millionen EUR. Der Mittelwert liegt bei 51 Millionen EUR, die Schiefe beträgt 10,23 und die Kurtosis 117,08.

Beobachtungen	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
280	51,45	8,1	1	2755	210,3	10,23	117,08

Tabelle 7.1: Statistische Aussagen über die Höhe des Umsatzes für 2008

Das Ergebnis ist so, wie es von der österreichischen Industrie zu erwarten war. Die überwiegende Mehrheit sind Klein- und Mittelbetriebe mit unter 10 Mio. EUR Umsatz. Wenige Großunternehmen mit sehr hohen Umsätzen steigern den Mittelwert, der Median mit rund 8 Mio. EUR ist in diesem Fall repräsentativer.

Die Häufigkeitsverteilung wird im Histogramm in Abbildung 7.1 gezeigt. In dieser Grafik ist der Umsatz im Logarithmus dargestellt. Der Grund ist, dass einige wenige Unternehmen einen so viel höheren Umsatz als die anderen haben, dass ein Histogramm der nicht transformierten Umsatzverteilung nicht besonders viel Information bereitstellt. Da die einzelnen Balken alle die selbe Breite haben, sind nur ganz links zwei hohe Balken und ganz rechts ein kleiner Balken zu sehen. Ein Histogramm vom logarithmierten Umsatz hingegen zeigt die Verteilung der Unternehmen besser an. Die deutliche Rechtschiefe ist gut zu erkennen. Häufungen gibt es bei den Werten 0,5 bis 0,8 und 1,4 bis 1,8. Diese Bereiche repräsentieren 4 bis 7 Mio. EUR und 20 bis 40 Mio. EUR Umsatz. Die skalierte Frequenz gibt den Anteil des jeweiligen Intervalls an der Gesamtheit an.

Der Umsatz nach Branchen

Es zeigt sich, dass der Umsatz im Mittel zwischen den Branchen stark divergiert, von 25 bis 78 Millionen Euro. In Tabelle 7.2 wird dies detailliert gezeigt. Die Branchen Metall, Maschinen/Fahrzeuge und Chemie/Kunststoff verfügen im Mittel über einen rund doppelt so hohen Umsatz wie die restlichen Branchen. Gleichzeitig ist aber auch die Standardabweichung stark erhöht. Das bedeutet, dass die Umsätze innerhalb der Branche stark divergieren. Es treffen wohl wenige, umsatzstarke Unternehmen auf viele kleinere Betriebe mit wenig Umsatz.

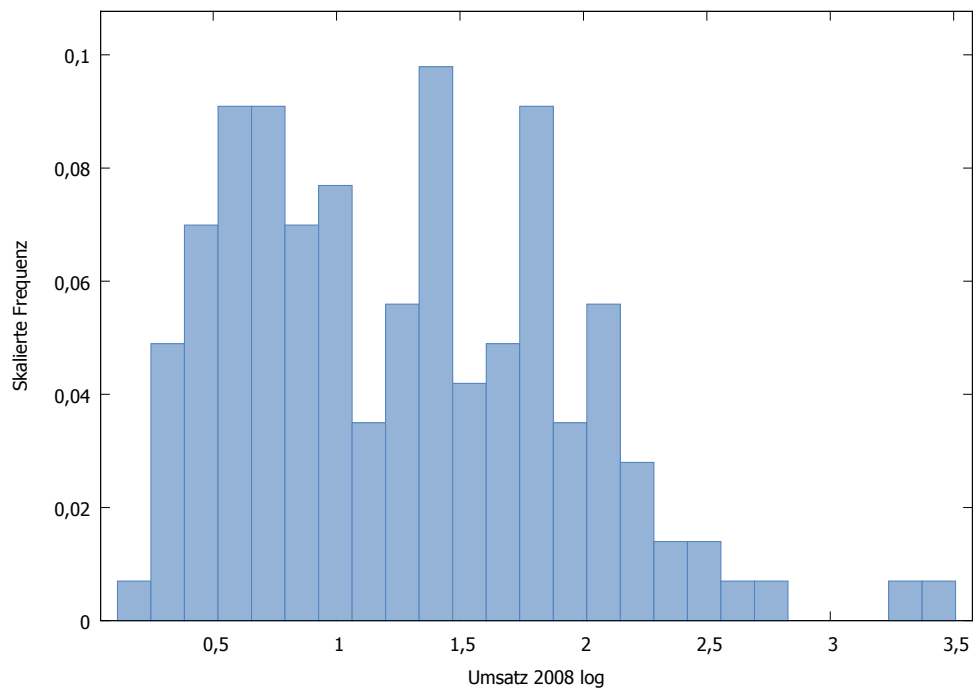


Abbildung 7.1: Verteilung des Umsatzes im Jahr 2008, logarithmisch

Die Branchen mit einem niedrigeren Mittel beim Umsatz weisen eine geringere Standardabweichung auf, was zeigt, dass die Unterschiede innerhalb der Branche kleiner sind. Vor allem im Ernährungsgewerbe, der Branche mit den im Mittel kleinsten Betrieben, trifft dies zu. Die Zahlen dieser Branche sind wohl auf die spezifischen Strukturen der österreichischen Lebensmittelwirtschaft zurückzuführen, in der es viele mittelständische, aber praktisch keine wirklichen Großbetriebe gibt. In Deutschland sind die durchschnittlichen Umsätze der Lebensmittelindustrie im Vergleich etwas höher¹.

7.1.2 Anzahl der Beschäftigten

Die Statistik über die Beschäftigten ähnelt der Umsatzstatistik erwartungsgemäß. Alle Teilnehmer konnten Angaben machen. Wie in Tabelle 7.3 zu sehen, lag die Anzahl der Beschäftigten zwischen 12 und 8000 mit einem Mittelwert von 181,72. Der Median liegt mit 48 etwas niedriger. Die Schiefe ist bei beiden Variablen ähnlich: 10,288 bei dem Umsatz, 10,571 bei den Beschäftigten.

Die Verteilung in Abbildung 7.2 zeigt, dass mehr als die Hälfte der Unternehmen Kleinbetriebe mit unter 50 Mitarbeitern sind. Rund 30% sind Mittelbetriebe, weniger

¹Matthias Horst (2010).

Branche	Anzahl	Mittelwert (Mio. EUR)	Std.-Abw. (Mio. EUR)
Holz/Möbel	37	37	58
Metall	57	63 ^c 8	260 ^c 2
Maschinen/Fahrzeuge	61	77 ^c 7	358 ^c 6
Elektro	27	37	66
Chemie/Kunststoff	27	65 ^c 7	121
Ernährungsgewerbe	31	24 ^c 7	31 ^c 5
Glas/Stein	19	32 ^c 4	48
Sonstige	21	24 ^c 2	37 ^c 4
Gesamt	280	51 ^c 5	210 ^c 3

Tabelle 7.2: Umsatz nach Branchen

Beobachtungen	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
309	181 ^c 72	48	12	8000	628 ^c 76	10 ^c 52	120 ^c 19

Tabelle 7.3: Statistische Aussagen über die Anzahl der Beschäftigten 2008

als 15% zählen zu den Großunternehmen.

Das Ergebnis deckt sich mit den Erwartungen. Gerade in Österreich ist die Anzahl der Klein- und Mittelbetriebe sehr hoch. Auch im produzierenden Bereich ist dies der Fall. Vergleicht man diese Daten mit der offiziellen Beschäftigungsstatistik der Wirtschaftskammer², dann fällt auf, dass in dieser Umfrage vor allem die mittleren Unternehmen verstärkt geantwortet haben. Deren Anteil liegt in der Industrie bei rund 10 Prozent, in der Umfrage sind diese Unternehmen allerdings mit über 35% vertreten. Auch die Großunternehmen sind überrepräsentiert. Sie stellen in Österreich rund 5% der Unternehmen, haben hier aber einen Anteil von fast 14%.

Für die Beantwortung der Fragen werden die Unternehmen in Kategorien basierend auf der Betriebsgröße eingeteilt. Es werden drei Kategorien betrachtet (siehe Tabelle 7.4): Klein- (bis 49 Beschäftigte), Mittel- (50 bis 249 Beschäftigte) und Großbetriebe (250 oder mehr Beschäftigte). Rund die Hälfte der Unternehmen können als Kleinbetriebe bezeichnet werden, nur rund 14% sind Großunternehmen – Klein- und Mittelbetriebe machen in dieser Untersuchung 86% aller Unternehmen aus.

²Österreich (2010).

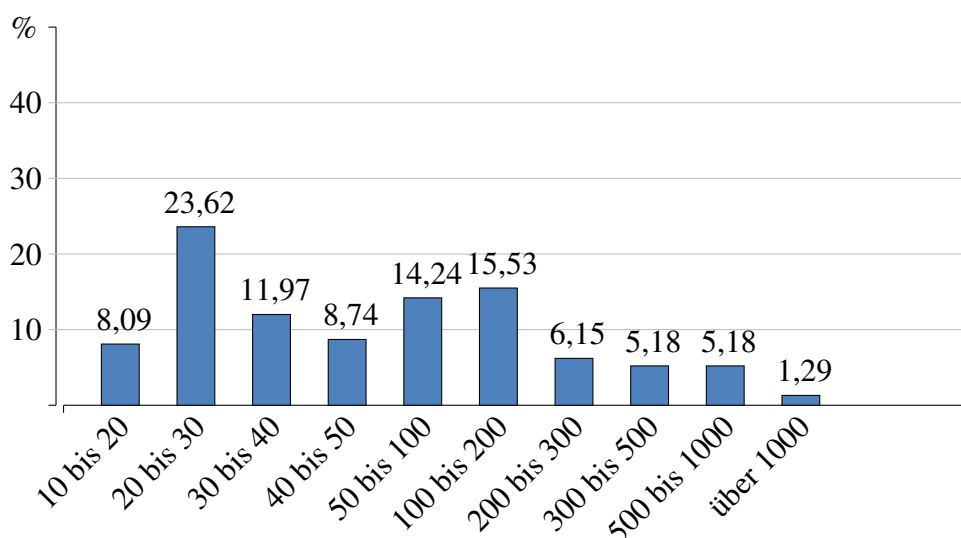


Abbildung 7.2: Verteilung der Beschäftigten im Jahr 2008

	Anzahl	Prozent
bis 49 Beschäftigte	157	50,8
50 bis 249 Beschäftigte	109	35,3
250 oder mehr Beschäftigte	43	13,9
Gesamt	309	100,0

Tabelle 7.4: Anzahl der Klein- Mittel- und Großunternehmen

7.1.3 Unternehmen nach Branche

Die Unternehmen gaben bei der Befragung ihre Branche an und wurden anschließend nach NACE³ klassifiziert. Die meisten Unternehmen sind, wie in Tabelle 7.5 dargestellt, in der Metallindustrie tätig, gefolgt vom Maschinenbau und der Nahrungsmittelbranche. Wie man erkennen kann, ist die Anzahl der Unternehmen pro Branche hier teilweise sehr gering. Deshalb wurden die Branchen für die Analyse weiter zusammengefasst.

Die Einteilung, die bei den Auswertungen dieses Kapitels verwendet wird, ist wie folgt: Holz/Möbel, Metall, Maschinen/Fahrzeuge, Elektro, Chemie/Kunststoff, Ernährungsgewerbe, Glas/Stein und Sonstige. Zur Illustrierung siehe auch Abbildung 7.3 mit einer Darstellung der Häufigkeit der Branchen in dieser Einteilung.

In dieser Branchenzusammenfassung ist die kleinste Branche Glas/Stein mit 7,1%

³System zur Klassifizierung von Wirtschaftszweigen, siehe: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=2&Lg=1> und http://www.statistik.at/web_de/klassifikationen/oenace_2008_implementation/index.html.

	Anzahl	Prozent
Nahrungsmittel	35	11,3
Textilien	9	2,9
Holz	14	4,5
Papier	15	4,9
Chemikalien	9	2,9
Gummi/Kunststoff	20	6,5
Glas/Stein	22	7,1
Metall	63	20,4
Maschinenbau	57	18,4
Büromaschinen	29	9,4
Fahrzeugbau	7	2,3
Möbel/Sonstiges	26	8,4
Recycling	3	1,0
Gesamt	309	100,0

Tabelle 7.5: Teilnehmende Unternehmen, gegliedert nach Branche

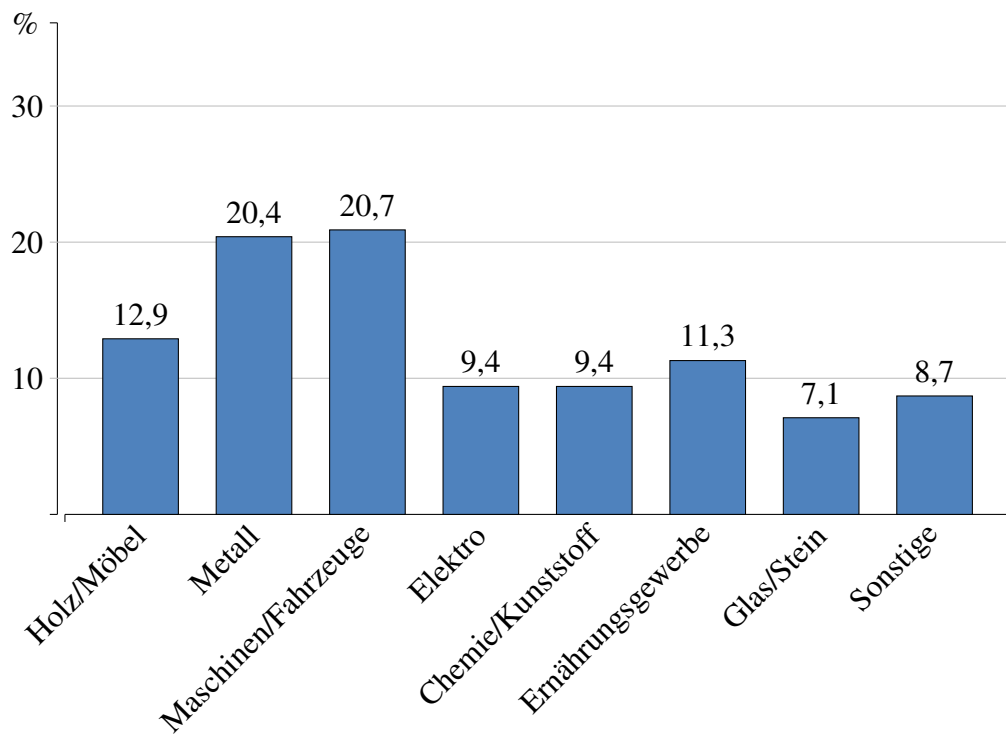


Abbildung 7.3: Häufigkeitsverteilung der Unternehmen nach Branchen, Zusammenfassung

Anteil, was 22 Betrieben entspricht. Die größten Branchen sind Metall und Maschinen/Fahrzeuge mit 63 bzw. 64 Betrieben.

Unternehmensgröße nach Branche

Die einzelnen Branchen unterscheiden sich auch nach der Größe ihrer Unternehmen. Während Holz/Möbel, Chemie/Kunststoff, Metall und Maschinen/Fahrzeuge mehr Großbetriebe vorweisen, sind in den Branchen Glas/Stein und Ernährung weniger Betriebe mit über 250 Mitarbeitern zu finden. Alle Branchen stellen mehr kleinere als größere Unternehmen, einzig Holz/Möbel hat mehr große als mittlere Unternehmen, wie in Tabelle 7.6 zu sehen ist.

	bis 49 Beschäftigte	50 bis 249 Beschäftigte	250 oder mehr Beschäftigte	Gesamt
Holz/Möbel	23	8	9	40
Metall	31	24	8	63
Maschinen/Fahrzeuge	37	19	8	64
Elektro	13	12	4	29
Chemie/Kunststoff	13	10	6	29
Ernährungsgewerbe	16	15	4	35
Glas/Stein	11	10	1	22
Sonstige	13	11	3	27
Gesamt	157	109	43	309

Tabelle 7.6: Anzahl der Unternehmen, gegliedert nach Größe und Branche

7.1.4 Die Umsatzrendite

Die Umsatzrendite konnte von den Unternehmen als negativ, oder in einem Intervall zwischen 0 und 10% angegeben werden. Wie in Tabelle 7.7 beschrieben und Abbildung 7.4 visualisiert, liegt diese meist zwischen 2 und 10%, 41 Unternehmen haben sogar eine Umsatzrendite von über 10%. Insgesamt ist das Ergebnis trotz Krisenjahr sehr beachtlich, wobei hinzugefügt werden muss, dass mit 218 Unternehmen nur ca. 70% der Teilnehmer die Frage nach ihrer Rendite beantworteten.

Umsatzrendite nach Betriebsgröße

Wir können die Umsatzrendite genauer untersuchen, wenn wir die Unternehmen nach einzelnen gemeinsamen Charakteristika unterteilen. Eine Möglichkeit ist die Unterscheidung nach Betriebsgröße. In dieser Betrachtung wurden die Betriebe in die drei bekannten Kategorien eingeteilt: Klein- Mittel- und Großbetriebe.

	Anzahl	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
negativ	27	8,7	12,4	12,4
0 to 2%	36	11,7	16,5	28,9
2 to 5%	57	18,4	26,1	55,0
5 to 10%	56	18,1	25,7	80,7
über 10%	42	13,6	19,3	100,0
Summe	218	70,6	100,0	
Fehlend	91	29,4		
Gesamt	309	100,0		

Tabelle 7.7: Umsatzrendite 2008

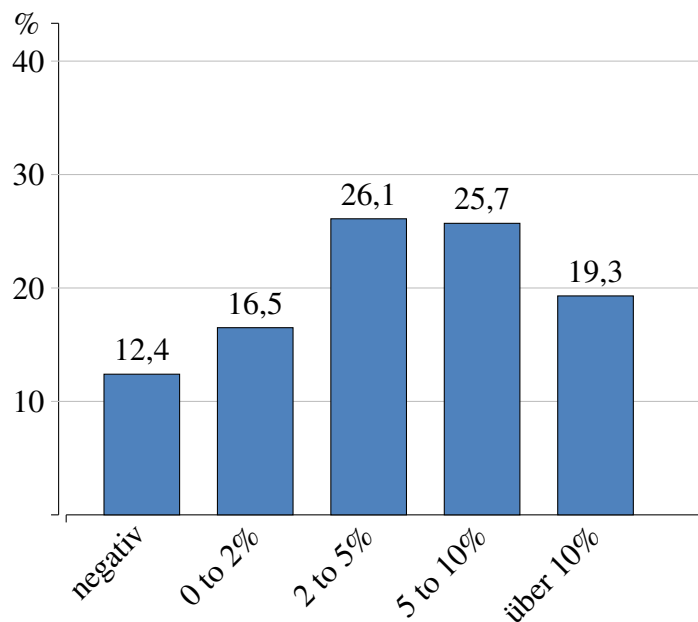


Abbildung 7.4: Verteilung der Unternehmen nach ihrer Umsatzrendite im Jahr 2008

	negativ	0 bis 2 %	2 bis 5%	5 bis 10%	über 10%	Gesamt
bis 49 Beschäftigte	6	23	33	28	23	113
50 bis 249 Beschäftigte	18	12	18	15	7	70
250 oder mehr Beschäftigte	3	1	6	13	12	35
Gesamt	27	36	57	56	42	218

Tabelle 7.8: Umsatzrendite nach Betriebsgröße

Wie in Tabelle 7.8 zu sehen zeigt sich, dass die mittleren Betriebe am schlechtesten abgeschnitten haben während die größeren Betriebe die besten Ergebnisse erzielen konnten. Es gab zwar mehr negative Ergebnisse als bei den kleineren Unternehmen, allerdings war der Anteil an hohen Umsatzrenditen um 12 bis 14% höher als bei diesen.

Umsatzrendite nach Branchen

Die einzelnen Branchen unterscheiden sich teils deutlich voneinander. Das Ernährungsgewerbe erzielt die schlechtesten Ergebnisse mit den meisten negativen Renditen. Die Branchen Maschinen/Fahrzeuge, Chemie/Kunststoff und Glas/Stein erreichten durchschnittlich die besten Umsatzrenditen.

	negativ	0 bis 2 %	2 bis 5%	5 bis 10%	über 10%	Gesamt
Holz/Möbel	4	3	13	3	3	26
Metall	7	8	12	14	9	50
Maschinen/Fahrzeuge	2	10	8	17	11	48
Elektro	1	4	6	6	2	19
Chemie/Kunststoff	4	2	5	6	5	22
Ernährungsgewerbe	5	6	4	5	3	23
Glas/Stein	2	0	6	3	4	15
Sonstige	2	3	3	2	5	15
Gesamt	27	36	57	56	42	218

Tabelle 7.9: Umsatzrendite nach Branchen

Tabelle 7.9 zeigt die sich stark unterscheidenden Ergebnisse. Insgesamt zeigt sich, dass über 50% der Unternehmen zwischen 2% und 10% Umsatzrendite haben.

7.2 Ökoeffiziente Produktion in den Unternehmen

Aussagen über ökoeffiziente Produktion in Unternehmen können bei dem bestehenden Datenmaterial aus zwei Richtungen getroffen werden. Auf der einen Seite können die einzelnen Technologien und ihre Verwendung analysiert werden, es ist aber auch möglich, aufgrund der Anzahl der verwendeten Technologien zu Aussagen zu kommen. Im folgenden Teil sollen dementsprechend auch beide Möglichkeiten betrachtet werden.

7.2.1 Verwendung von ökoeffizienten Technologien

In der Umfrage der AIT wurde, wie in Kapitel 6 beschrieben, in den Bereichen 3.1 und 4.1 nach verschiedenen Technologien und Konzepten gefragt, die in der Produktion eines Industrieunternehmens angewandt werden können. Die Technologien im Bereich

3.1 können alle als modern eingestuft werden, d.h. sie existieren erst seit kurzem und sie sind noch nicht überall zu finden.

Ein Beispiel dafür ist die Verwendung von RFID⁴ in der Lager-Logistik. Dadurch ist eine berührungslose Erkennung von Produkten (in einem Radius von wenigen Metern) möglich, was die Lagerhaltung genauer machen, vereinfachen und verbilligen soll.

Die Fragen zu den einzelnen Technologien waren in mehrere Teile gesplittet. Zum ersten, ob eine Technologie verwendet wird oder nicht. Danach wurde nach dem Jahr des erstmaligen Einsatzes gefragt und nach der Intensität der Nutzung, welche in drei Stufen angegeben werden konnte. Zusätzlich konnte angegeben werden, mit welchem Ziel die Technologie eingesetzt wird.

In Abschnitt 4.1 der Umfrage wurde nach Technologien gefragt, die den Energie- oder Ressourcenverbrauch der Produktion senken sollen. Wie in Kapitel 3 gezeigt wurde, ist der schonende, sparende Umgang mit Ressourcen wichtig für Ökoeffizienz, die immer in einem Verhältnis von Input zu Output gemessen wird. Technologien, die den Input (Rohstoffe, Energie) oder den negativen Output (Abfall, Verwertungsmöglichkeiten nach Ende der Nutzungsdauer) verringern, bzw. mit dem gleichen Input einen höheren Output ermöglichen, erhöhen die Ökoeffizienz. Diese werden in Folge als „ökoeffiziente Technologien“ bezeichnet.

Auch bei den angegebenen ökoeffizienten Technologien wurde zuerst gefragt, ob sie im Einsatz sind oder nicht. Ergänzend konnte noch hinzugefügt werden, wie hoch der Nutzungsgrad auf einer dreiteiligen Skala ist.

Zusammenfassend gesagt wurden also zwei Arten von Technologiegruppen unterschieden: moderne, innovative Techniken und ökoeffiziente Techniken. Dies ist auf den ersten Blick unverständlich, da ja auch ökoeffiziente Technologien modern und innovativ sind. Allerdings gibt es auch innovative Technologien, die nicht unbedingt zur Ökoeffizienz beitragen, wie beispielsweise RFID-Chips oder der Einsatz von prozessintegrierter Qualitätskontrolle. Deshalb wurde in der Umfrage diese Unterscheidung getroffen.

Der Einsatz beider Technikgruppen soll in dieser Arbeit analysiert werden. In diesem Abschnitt werden die ökoeffizienten Technologien beschrieben und ihr Einsatz in den Unternehmen angegeben. In Abschnitt 7.6 wird die Verwendung der innovativen Technologien aus der Umfrage gezeigt.

Zuerst ist es interessant, wie viele Unternehmen die einzelnen Technologien verwenden. In den Tabellen 7.10, 7.11 und 7.12 sind die Ergebnisse dargestellt. „Ja“ ist dabei die Anzahl der Unternehmen, die bei einer Technologie angegeben haben, diese zu verwenden. Vereinfacht gesagt ist dies die Anzahl der Ja-Stimmen.

Zur besseren Vergleichbarkeit ist in den Tabellen 7.13, 7.14 und 7.15 der Anteil der Unternehmen angegeben, die die jeweilige Technologie nutzen. Dazu wird das Verhält-

⁴radio-frequency identification

	Steuerungskonzept zur Maschinenabschaltung	Elektromotoren mit Drehzahlregelung	Druckluft- contracting
Ja	80	160	52
Nein	214	138	239
k.A.	15	11	18

Tabelle 7.10: Verwendung ökoeffizienter Technologien, Teil 1

	Einsatz von Hocheffizienzpumpen	Wärmearme Fügeverfahren	Rückgewinnung von Energie
Ja	96	33	18
Nein	160	264	280
k.A.	53	12	11

Tabelle 7.11: Verwendung ökoeffizienter Technologien, Teil 2

	Kraft-Wärme(- Kälte)-Kopplung	Einsatz von Recy- clingmaterialien	Reststoffe zur Energieerzeugung	Produktrücknahme nach Nutzung
Ja	46	36	67	37
Nein	208	218	189	219
k.A.	55	55	53	53

Tabelle 7.12: Verwendung ökoeffizienter Technologien, Teil 3

nis der Anzahl der Ja-Aussagen im Vergleich zur Gesamtheit der Unternehmen angegeben.

	Steuerungskonzept zur Maschinenabschaltung	Elektromotoren mit Drehzahlregelung	Druckluft- contracting
Anwendung in Prozent	25	52	17

Tabelle 7.13: Anteil an Unternehmen, die ökoeffiziente Technologien verwenden, Teil 1

Es zeigen sich deutliche Unterschiede in der Häufigkeit der Verwendung dieser Technologien. Oft verwendet werden Elektromotoren mit Drehzahlbegrenzung, Rückgewinnung von Energie und Steuerungskonzepte zur Maschinenabschaltung. Die Drehzahlbegrenzung bei Elektromotoren verhindert zu großen Stromverbrauch, womit Energie eingespart werden kann. Da Elektromotoren in der Industrie meist einen optimalen Drehzahlbereich haben, kann durch eine Begrenzung verhindert werden, den Wirkungsgrad zu verringern.

	Einsatz von Hocheffizienzpumpen	Wärmearme Fügeverfahren	Rückgewinnung von Energie
Anwendung in Prozent	11	6	31

Tabelle 7.14: Anteil an Unternehmen, die ökoeffiziente Technologien verwenden, Teil 2

	Kraft-Wärme(- Kälte)-Kopplung	Einsatz von Recy- clingmaterialien	Reststoffe zur Energieerzeugung	Produktrücknahme nach Nutzung
Anw. in Prozent	15	12	22	12

Tabelle 7.15: Anteil an Unternehmen, die ökoeffiziente Technologien verwenden, Teil 3

Die Möglichkeit zur Energierückgewinnung ist mittlerweile durch den Automobilbau sehr bekannt. Moderne Konzepte wie Hybridantriebe verwenden beispielsweise einen Teil der Bremsenergie um die Batterien des Elektromotors zu laden. Auch in der Industrie kann dieses Konzept in adaptierter Form verwendet werden; so kann gezielt Abwärme von Maschinen zur Energiegewinnung genutzt werden.

Die elektronisch gesteuerte Maschinenabschaltung wiederum kann auf auf vielerlei Arten genutzt werden. Auch hier kann ein Beispiel aus der Autoindustrie gebracht werden: Die als „stop and go“ vermarkteten Systeme machen nichts anderes als den Motor in Ruhephasen (wie an einer Ampel) ganz abzuschalten anstatt ihn im Leerlauf zu halten. Gerade im städtischen Bereich bringt dies Einsparungen im Treibstoffverbrauch. Ähnlich können auch Maschinen im industriellen Einsatz zu bestimmten Zeiten ausgeschaltet werden, da auch diese nicht immer unter Last stehen.

7.2.2 Ökoeffiziente Produktion nach Branchen

Die einzelnen Branchen haben teils große Unterschiede in Bezug auf ihre Produktion. Die Herstellung eines Autos unterscheidet sich stark von der Papiererzeugung. Interessant ist, ob die eine Branche ökoeffizienter produziert als die andere. Ein Pauschalurteil lässt sich schwer abgeben, gerade auch aufgrund der Unterschiede.

Mit den Daten der Umfrage bieten sich aber vor allem zwei Fragen an. Zuerst die, welche Branchen mehr oder weniger an ökoeffizienten Technologien einsetzen. Dann kann genauer gefragt werden: Welche Technologien werden von welchen Branchen bevorzugt eingesetzt? Lässt es das Datenmaterial zu, kann gezeigt werden, ob einzelne Technologien nur von bestimmten Branchen angewandt werden oder ob es Techniken gibt, die, trotz der Unterschiede, in vielen Branchen Verwendung finden.

Der Vergleich der einzelnen Branchen bezüglich der Anzahl der eingesetzten öko-

Branche	Beobachtungen	Mittelwert	Std.-Abw.
Holz/Möbel	31	2 [◦] 80	1 [◦] 87
Metall	46	2 [◦] 00	2 [◦] 04
Maschinen/Fahrzeuge	52	2 [◦] 29	1 [◦] 87
Elektro	23	1 [◦] 91	1 [◦] 38
Chemie/Kunststoff	22	2 [◦] 41	1 [◦] 44
Ernährungsgewerbe	22	2 [◦] 86	1 [◦] 78
Glas/Stein	19	2 [◦] 42	1 [◦] 61
Sonstige	20	2 [◦] 35	1 [◦] 90
Gesamt	235	2 [◦] 35	1 [◦] 80

Tabelle 7.16: Anzahl von in der Produktion eingesetzten ökoeffizienten Techniken, nach Branchen

effizienten Techniken in der Produktion zeigt keine großen Unterschiede wie in Tabelle 7.16 zu sehen ist. Nur die Branchen Holz/Möbel und das Ernährungsgewerbe zeigen eine leichte Erhöhung des Mittelwerts ohne dass die Streuung steigt. Im Elektrobereich ergeben sich unterdurchschnittliche Werte. Allerdings sind auch hier die Unterschiede gering.

7.2.3 Einzelne ökoeffiziente Technologien nach Branchen

	Ja	Nein	Gesamt
Holz/Möbel	6	28	34
Metall	17	43	60
Maschinen/Fahrzeuge	23	38	61
Elektro	7	22	29
Chemie/Kunststoff	5	23	28
Ernährungsgewerbe	11	23	34
Glas/Stein	5	16	24
Sonstige	6	21	27
Gesamt	80	214	294

Tabelle 7.17: Verwendung von Steuerungskonzepten zur Maschinenabschaltung, nach Branche

Dieses häufiger verwendete Konzept wird, wie in Tabelle 7.17 zu sehen, vor allem im Maschinen- und Fahrzeugbereich, in der Metallindustrie und im Ernährungsgewerbe gebraucht. Eine Erklärung ist in der Art der Verwendung der Maschinen in den einzelnen Branchen zu suchen. Maschinenabschaltung ist vor allem dort sinnvoll, wo es immer wieder Pausen im Rahmen der Arbeit gibt. Vor allem bei Prozessen, in denen

mehrere Maschinen immer wieder ein- und ausgeschalten werden, machen diese Steuerungskonzepte Sinn.

	Ja	Nein	Gesamt
Holz/Möbel	20	17	37
Metall	29	32	61
Maschinen/Fahrzeuge	32	28	60
Elektro	16	13	29
Chemie/Kunststoff	16	12	28
Ernährungsgewerbe	15	20	35
Glas/Stein	16	5	21
Sonstige	16	11	27
Gesamt	160	138	298

Tabelle 7.18: Elektromotoren mit Drehzahlregelung, nach Branche

Die Drehzahlbegrenzung findet am meisten Verwendung (Siehe Tabelle 7.18), alle Branchen nutzen diese Technologie in hohem Ausmaß. Besonders verbreitet ist die Nutzung im Glas- und Steingewerbe. Der häufige Einsatz dieser Technologie ist der Verbreitung von Elektromotoren geschuldet. Nahezu jeder Industriebetrieb setzt diese ein. Das liegt an dem hohen Wirkungsgrad, der genau auf das Einsatzgebiet abgestimmten Leistung, den geringen Emissionen vor Ort (nur eine geringe Geräusentwicklung aber keine Abgase) und an den baulichen Möglichkeiten (geringer Platzbedarf). Der wesentliche Nachteil des Elektromotors, die geringe Energiedichte des Energieträgers, kommt im stationären Betrieb nicht zum Tragen.

	Ja	Nein	Gesamt
Holz/Möbel	12	17	29
Metall	21	34	55
Maschinen/Fahrzeuge	35	19	55
Elektro	8	17	25
Chemie/Kunststoff	9	12	21
Ernährungsgewerbe	12	16	28
Glas/Stein	5	14	19
Sonstige	9	15	24
Gesamt	96	160	256

Tabelle 7.19: Verwendung von Rückgewinnung von Energie, nach Branche

Rückgewinnung von Energie wird wie in Tabelle 7.19 zu sehen, in vielen Branchen betrieben. Die Nutzung ist gleichmäßig verteilt, es gibt keine Branche, die besonders

auffällt. Dies mag daran liegen, dass es in verschiedensten Prozessen eine Energierückgewinnung geben kann. Es ist also nicht auf bestimmte Branchen beschränkt, ob diese Technologie angewendet werden kann oder nicht.

Es zeigt sich also, dass es zwischen den Branchen keine großen Unterschiede gibt. Werden Technologien häufiger angewandt, dann gleich von vielen oder allen Branchen. Branchenspezifische ökoeffiziente Techniken sind also nicht zu erkennen, einzig die Steuerungskonzepte zur Maschinenabschaltung werden vor allem von vier Branchen angewandt, was aber wiederum der Hälfte der Branchen entspricht.

7.2.4 Klassifizierung von ökoeffizienter Produktion in den Unternehmen

Zur Bestimmung der Ökoeffizienz in der Produktion wurde für jedes Unternehmen eine Zahl gebildet, die sich aus den Antworten im Fragebogen zusammensetzt. Die Zahl beschreibt die Anzahl der eingesetzten Umwelttechnologien, welche sich aus Frage 4 ergeben und wurde von AIT selbst berechnet. In dieser Arbeit findet die vorberechnete Zahl vor allem deshalb Verwendung, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Arbeiten des AIT zu gewährleisten.

Bei 235 Unternehmen, rund 76% aller Teilnehmer, konnten Ergebnisse erzielt werden. Die Anzahl der eingesetzten Technologien lag zwischen 0 und 8. Der Mittelwert lag bei 2,3447 bei einer Varianz von 3,252 und einer Standardabweichung von 1,80. Der Median lag bei 2 eingesetzten Technologien.

Um einen besseren Überblick zu gewinnen wurden die Ergebnisse klassifiziert. „Keine Umwelttechnologien eingesetzt“ bedeutet eine Summe von 0. Zwischen 1 und 2 Technologien bedeuten eine „niedrige Ökoeffizienz“, 3 und 4 Technologien eine „mittlere Ökoeffizienz“ und ab 5 eingesetzten Technologien kann von einer „hohen Ökoeffizienz“ in der Produktion gesprochen werden.

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
kein Einsatz ökoeffizienter Technologien	42	13,6	17,9
niedrige Ökoeffizienz	97	31,4	41,3
mittlere Ökoeffizienz	66	21,4	28
hohe Ökoeffizienz	30	9,7	12,9
Gesamt gültig	235	76,1	100,0
Fehlend	74	23,9	
Gesamt	309	100,0	

Tabelle 7.20: Ökoeffiziente Produktion, klassifiziert

Das Ergebnis zeigt, dass rund 18% aller Unternehmen keine ökoeffizienten Maßnahmen anwenden. Dazu gesellt sich eine Dunkelziffer, da angenommen werden kann, dass

die Unternehmen, die keine Angaben machten, auch keine ökoeffizienten Technologien anwenden. Da dies nur eine Vermutung ist, werden nur die tatsächlichen Angaben verwendet. Hier zeigt sich, dass die Unternehmen meist nur wenige Technologien einsetzen, was auch verständlich ist, da nicht jede Produktion die gleichen Bedürfnisse hat. So konnte bei 41,3% zumindest ein niedriger Verwendungsgrad festgestellt werden, immerhin 28% haben eine mittlere Ökoeffizienz und rund 13% verwenden mehr als die Hälfte der angegebenen Technologien.

7.2.5 Unternehmensgröße und Ökoeffizienz

Nachdem erste Aussagen über die Ökoeffizienz in der Produktion getroffen wurden, ist eine detailliertere Sicht wünschenswert. Ein erster Schritt ist die Gliederung nach Unternehmensgröße. Der Vergleich unterschiedlich großer Unternehmen ist deshalb relevant, da die Unternehmensgröße stark determiniert, wie ein Unternehmen arbeitet. Die Charakteristika der Unternehmen unterscheiden sich nämlich oft nach deren Größe, während gleich große Unternehmen oft viele Ähnlichkeiten haben, auch über Branchengrenzen hinweg.

Es ist deshalb interessant, ob auch in den Produktionsmethoden Unterschiede vorhanden sind. Die gerade in Abschnitt 7.2.4 beschriebene Größe der Umweltanstrengungen der Unternehmen wird dabei wieder verwendet. Diese Größe zeigt an, wie viele Technologien, die zur Verbesserung der Ökoeffizienz beitragen, verwendet werden.

	Beob.	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
bis 49 Beschäftigte	121	2,33	2	0	7	1,75	0,679	0,03
50 bis 249 Beschäftigte	81	2,30	2	0	7	1,78	0,372	-0,60
250 oder mehr Beschäftigte	33	2,52	2	0	8	2,08	1,14	1,10

Tabelle 7.21: Summe der Umweltanstrengungen, nach Betriebsgröße

Wird nun diese vom AIT gebildete Größe zur Bestimmung der Umweltanstrengungen herangezogen und nach der Größe der Unternehmen geordnet zeigt sich, dass die Unterschiede gering sind. In Tabelle 7.21 sieht man, dass der Mittelwert zwischen 2,3 und 2,5 liegt. Es ergibt sich zwar eine Erhöhung bei großen Unternehmen, allerdings ist diese zu gering um als signifikant eingestuft zu werden.

Lässt man in die Betrachtung auch die Intensität der Nutzung dieser ökoeffizienten Techniken einfließen, ändert sich das Bild. Ein Blick auf Tabelle 7.22 zeigt, dass größere Unternehmen mehr als die doppelte Punktzahl erhalten, wenn der Nutzungsgrad berücksichtigt wird. Gleichzeitig bleibt die Streuung unverändert, die niedrigen Wer-

	Beob.	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
bis 49 Beschäftigte	94	3,90	3	0	16	3,66	0,96	0,65
50 bis 249 Beschäftigte	84	5,52	4,5	0	16	4,30	0,64	-0,44
250 oder mehr Beschäftigte	37	8,76	7	1	22	4,95	0,70	0,07

Tabelle 7.22: Summe der Nutzungsgrade der Umweltanstrengungen, nach Betriebsgröße

te bei Schiefe und Kurtosis sprechen auch gegen einzelne Ausreißer, die das Ergebnis verfälschen würden. In Abbildung 7.5 ist dieser Unterschied gut zu sehen.

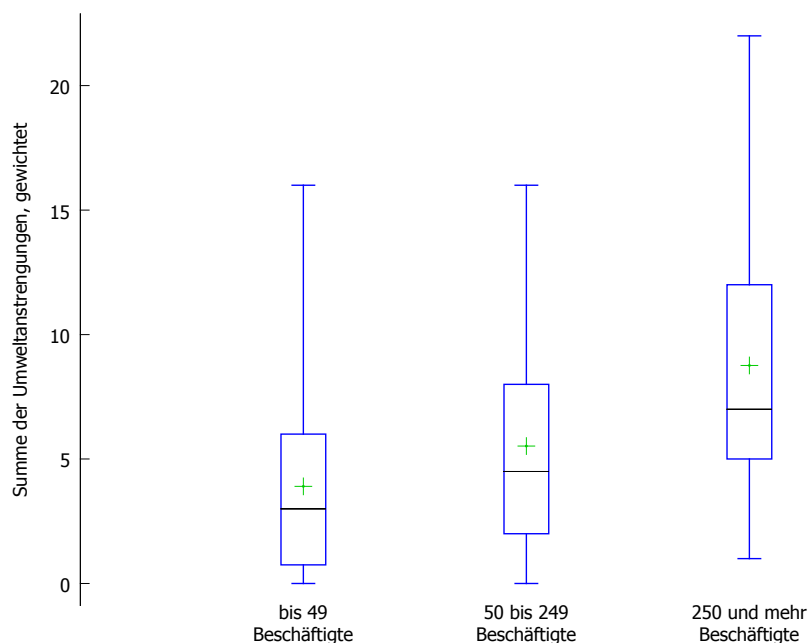


Abbildung 7.5: Summe der Intensität der Umweltanstrengungen, nach Betriebsgröße

Die Interpretation dieser Ergebnisse bezieht sich vor allem auf den Nutzungsgrad. Denn die Anzahl der verwendeten Technologien ist in etwa gleich, die große Streuung lässt es nicht zu, einen Trend herauszulesen. Die Intensität der Nutzung ökoeffizienter Technologien steigt aber mit der Größe der Unternehmen. Dies kann mit der höheren Anzahl an Maschinen zusammenhängen, die größere Unternehmen notwendigerweise

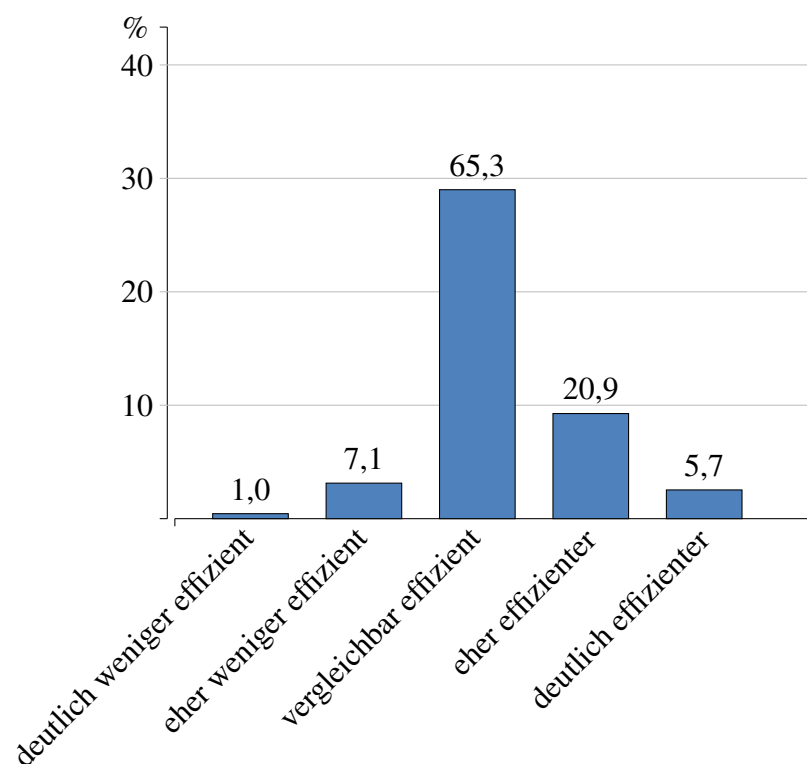


Abbildung 7.6: Material- und Energieeffizienz (Eigendefinition)

verwenden. Ob die Maschinen vielleicht auch jünger und deshalb technisch fortgeschrittener sind, kann aufgrund der Datenlage nicht gesagt werden.

7.2.6 Ökoeffizienz in der Selbstbeurteilung

In der Umfrage gab es bei Frage 4.5 die Möglichkeit, eine Selbsteinschätzung zu treffen, wie ökoeffizient das eigene Unternehmen arbeitet. Genauer gesagt wurde nach der eingeschätzten Effizienz bei der Nutzung von Material und Energie im Branchenvergleich gefragt.

Diese Frage ist aus zwei Gründen wichtig. Zuerst ist es gut, die Sicht der Unternehmen, die ihre Branche meist sehr gut kennen, abgebildet zu haben. Zum zweiten können durch die Fragen nach einer ökoeffizienten Produktion unter Punkt 4.1 natürlich nicht alle Facetten der Produktion abgedeckt werden, da die richtigen Maßnahmen von Standort zu Standort verschieden sein können.

Abbildung 7.6 zeigt, dass mit Abstand die meisten Betriebe sich als „vergleichbar effizient“ charakterisieren, dazu kommt, dass es die Tendenz gibt, sich eher besser als die Konkurrenz zu sehen. Dies scheint gar nicht unrealistisch, da Österreichs Industrie

im internationalen Vergleich beispielsweise bei der Anzahl der Umweltzertifizierungen sehr gut abschneidet.⁵

Der Versuch, mit der Anzahl der verwendeten ökoeffizienten Technologien eine Pearson-Korrelation herzustellen, ist aber nicht erfolgreich: Es kann keine signifikante Korrelation festgestellt werden.

7.3 Innovation in den Unternehmen

In den Thesen, die in dieser Arbeit behandelt werden, stellt die Innovation einen wichtigen Teil dar. Bevor wir aber sagen können, was ein innovativer Betrieb ist und wie wir das mit der vorliegenden Umfrage beantworten können, müssen wir alle Parameter untersuchen, die im Feld der Innovation von Relevanz sind. Eine genauere Beschreibung dazu kann im ersten Teil dieser Arbeit gefunden werden, in Kapitel 2, „Betriebliche Innovation“. In der Auswertung hier geht es vor allem um Größen wie die Forschungsquote, die Marktneuheiten der Unternehmen und der Umsatzanteil dieser Neuheiten.

7.3.1 Forschung und Entwicklung in den Unternehmen

Viele Unternehmen betreiben unterschiedliche Formen von Forschungs- und Entwicklung (F&E). Sie stellt sicher, dass der Betrieb auch in Zukunft wettbewerbsfähig bleibt. Denn die Outputs von F&E sollten im Idealfall zu Innovationen führen, sowohl was Produkte als auch die Herstellung derselben betrifft.

In der Umfrage konnte von den Teilnehmern neben der Aussage, ob überhaupt geforscht wird, auch die Forschungsquote angegeben werden. Diese Quote bezeichnet die Forschungsausgaben, die pro Umsatz getätigt wurden. Firmen mit einem hohen Umsatz müssen also hohe Forschungsausgaben tätigen, um auf die gleiche Forschungsquote wie Firmen mit geringem Umsatz und geringen Forschungsausgaben zu kommen. Uns stehen in der Umfrage also keine direkten Forschungsausgaben zu Verfügung, sondern nur ein Anteil. Durch Kenntnis des Umsatzes lassen sich diese Ausgaben aber rückrechnen. Wenn hier also von den Forschungsausgaben die Rede ist, dann ist damit die Größe gemeint, die aus dem Produkt von Forschungsquote und Umsatz hervorgeht.

Die Auswertung zeigt, dass rund 40% der Unternehmen angeben, keine F&E zu betreiben, siehe Tabelle 7.23. Es kann vermutet werden, dass hier einfach keine dafür vorgesehenen Abteilungen installiert sind und die F&E in den Fachabteilungen passiert, oder dass wirklich keine Forschung oder Entwicklung statt findet. Ersteres ist vor allem bei kleineren Unternehmen der Fall, wo Forschung und Entwicklung oft implizit passieren, d.h. Fachabteilungen einzelne Teile oder ganze Systeme weiter entwickeln ohne dass diese Tätigkeit gesondert unter „Forschung und Entwicklung“ verbucht wird. Das ist eine Überlegung, die auch in OECD (2009b) geäußert wurde.

⁵Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft (2008) S.45.

	Anzahl	Prozent	Gültige Procente
Ja	178	57 ⁶	58 ⁹
Nein	124	40 ¹	41 ¹
Gesamt	302	97 ⁹	100 ⁰
k.A.	7	2 ³	
Gesamt	309	100 ⁰	

Tabelle 7.23: F&E-Aktivität in den Unternehmen

Die zweite Möglichkeit, also keine eigene Entwicklung, ist nur schwer vorstellbar. Es gibt praktisch keinen Bereich, vor allem in der Herstellung von Gütern, der nicht einer Weiterentwicklung unterworfen ist. Kleinere Handwerksbetriebe können sicher in vielen Fällen keine ausgewiesene Forschung betreiben, beispielsweise ein Schuster oder Tischler. Aber auch in diesem Bereich gibt es Entwicklung: Auch ein kleiner Tischler muss mit der Zeit gehen und moderne Produkte anbieten können. Hier fehlt es wohl oft auch an Verständnis für das Wesen von Innovation. Denn nicht nur große Entwicklungsschritte wie die Erfindung eines neuen Werkstoffs bedeuten Innovation, schon einem neuen Modell einer Küche muss ein gewisser Anteil an Entwicklung im Unternehmen vorausgegangen sein.

Egal ob die Angaben der Betriebe nun korrekt sind oder nicht, zumindest 40% meinen von sich, keine Entwicklung oder Forschung zu betreiben. Mehr als die Hälfte der Unternehmen, 178 von 209 geben eine gewisse Aktivität an. Genauer quantifiziert wird diese Forschungsaktivität in der Angabe der Forschungs- und Entwicklungsquote. Sie errechnet sich aus den Ausgaben für F&E geteilt durch den Umsatz.

Beobachtungen	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
151	4 ⁷⁸	3 ⁰	0 ⁰¹	25 ⁰	4 ⁸⁴	1 ⁹⁷	2 ⁹

Tabelle 7.24: Statistische Parameter zur Höhe der F&E-Quote

Die Höhe der F&E-Quote ist dabei sehr unterschiedlich. Die Spanne liegt bei 0,1 bis 25% des Umsatzes, wie in Tabelle 7.24 zu sehen ist. Die Quote ist rechtsschief, was in diesem Fall heißt, dass es viele Unternehmen mit einer geringen Forschungsquote gibt. Die Kurtosis ist nahe bei 3, was der Normalverteilung sehr ähnlich ist.

Einen Überblick über die Verteilung gibt das Histogramm. Wie in Abbildung 7.7 zu sehen ist, haben mehr als die Hälfte der Unternehmen eine Quote von unter 4%. Dem gegenüber verwendet nicht einmal jeder fünfte Betrieb mehr als 10% seines Umsatzes für die Forschung.

Es muss auch dazu erwähnt werden, dass es nur 151 Beobachtungen gibt, was knapp der Hälfte der abgegebenen Fragebogen entspricht. Die Forschungsausgaben der ande-

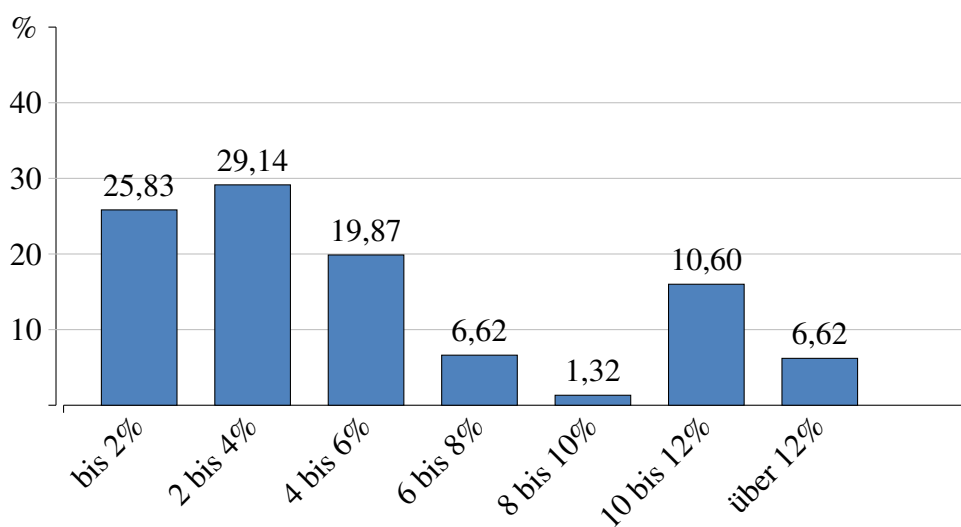


Abbildung 7.7: F&E-Quote, Häufigkeitsverteilung

ren Betriebe sind nicht bekannt. Dabei ist es naheliegend, dass gerade Firmen mit hohen Forschungsausgaben sich dieser bewusst sind. Deshalb können wir vermuten, dass unter den vielen Unternehmen die nicht geantwortet haben, vor allem die sind, die weniger Forschung betreiben.

Aufteilung nach Branchen

	Ja	Nein	Gesamt
Holz/Möbel	21	17	38
Metall	37	23	60
Maschinen/Fahrzeuge	37	27	64
Elektro	18	11	29
Chemie/Kunststoff	16	13	29
Ernährungsgewerbe	22	12	34
Glas/Stein	13	8	21
Sonstige	14	13	27
Gesamt	178	124	302

Tabelle 7.25: F&E-Aktivität in den Unternehmen, nach Branche

Fast alle Unternehmen beantworteten die Frage, ob sie Forschung betreiben. Tabelle 7.25 zeigt die Antworten geordnet nach Branchen. Es zeigen sich keine großen Unterschiede in dem Anteil an „Ja“ Antworten zwischen den einzelnen Branchen.

Branche	Beob.	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
Holz/Möbel	19	4,25	3,0	0,1	20,0	4,65	2,38	7,1
Metall	31	5,68	3,0	1,0	20,0	5,75	1,48	1,20
Masch./Fahrz.	33	4,58	3,0	0,01	20,0	4,06	1,93	5,27
Elektro	14	6,32	4,0	0,5	20,0	6,50	1,48	1,23
Chemie/Kunstst.	13	3,32	2,0	0,5	15,0	3,81	2,71	8,34
Ernährungsgew.	20	5,3	4,5	0,5	25,0	5,54	2,56	8,27
Glas/Stein	8	3,81	3,0	0,5	10,0	3,34	0,97	0,12
Sonstige	13	3,54	3,0	1,0	11,0	2,90	1,51	2,57

Tabelle 7.26: Statistische Aussagen über die Höhe der F&E-Quote, nach Branche

151 Betriebe, also knapp 50% gaben die Höhe ihrer F&E-Quote an. Der Rest der Unternehmen beantwortete schon die zuvor gestellte Frage, ob überhaupt Forschung betrieben wird, mit „Nein“ oder machten keine Angabe zur Quote, obwohl sie forschen.

Die Elektroindustrie gab die höchsten Werte an, gefolgt von der Metallherstellung, dem Ernährungsgewerbe und den Maschinen/Fahrzeug-Herstellern. Am unteren Ende war die Chemieindustrie und die Glas/Stein-Verarbeitung. Die Mittelwerte (MW) wurden nach der direkten Höhe der Forschungsquote ermittelt. In Tabelle 7.26 sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Die Branchen ähneln sich aber insgesamt gesehen sehr. Wo die Quote im Durchschnitt höher ist, dort ist auch die Streuung hoch. Da die Anzahl der Beobachtungen bezogen auf die Branchen nicht sehr hoch ist (sie liegt zwischen 33 und 8), lässt sich sagen, dass keine Branche eine statistisch relevant höhere Forschungsquote hat.

F&E nach Betriebsgröße

	Ja	Nein	k.A
bis 49 Beschäftigte	70	83	4
50 bis 249 Beschäftigte	71	35	3
250 oder mehr Beschäftigte	37	6	0
Gesamt	178	124	7

Tabelle 7.27: Betreiben von F&E, nach Betriebsgröße

Es zeigt sich, dass große Unternehmen anteilmäßig öfter F&E betreiben, allerdings der Umsatzanteil in etwa gleich bleibt. Bezüglich der kleinen Unternehmen sollte erwähnt werden, dass oft die genaue Forschungsquote nicht bekannt ist. Viele Mitarbeiter sind sowohl an der Forschung als auch an der Ausführung beteiligt; eigene Forschungsabteilungen existieren in KMUs häufig gar nicht. Das heißt aber nicht, dass sie weniger

	Beob.	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
bis 49 Beschäftigte	58	5,21	3,0	1,0	20,0	5,01	1,81	3,05
50 bis 249 Beschäftigte	62	4,41	3,0	0,01	25,0	4,79	2,30	6,27
250 oder mehr Beschäftigte	31	4,73	3,5	0,1	20,0	4,71	1,97	4,13

Tabelle 7.28: Statistische Aussagen über die Höhe der F&E-Quote, nach Betriebsgröße

innovativ sind – die Forschungsarbeit ist nur etwas besser versteckt. Immerhin sagen mehr als die Hälfte der Klein- und Mittelbetriebe (53 %), dass sie F&E betreiben, mit einer Forschungsquote von rund 5 %. Das zeigt, dass auch bei den kleineren Unternehmen ein Bewusstsein hinsichtlich der Forschung existiert.

7.3.2 Marktneuheiten der Unternehmen

Die Forschung der Unternehmen führt im besten Fall zu Innovationen. Im Grunde ist der Sinn und Zweck von Forschung und Entwicklung der, die eigenen Produkte und Leistungen zu verbessern oder gar neue Herangehensweisen zu finden, die auch komplett neue Produkte nach sich ziehen. Sind diese Produkte am Markt erfolgreich, spricht man von einer „Innovation“. Wie schon in Kapitel 2 genauer beschrieben, ist ja nicht das neue Produkt alleine eine Innovation, erst die Durchsetzung dieses Produktes am Markt macht es zu einer solchen.

Um Aussagen über die Innovationstätigkeit in der Industrie zu treffen, ist eine Betrachtung der F&E-Quote alleine nicht ausreichend. Sie stellt sozusagen den Input dar, der Output sind aber die Neuerungen. Deshalb wurde in der Umfrage auch nach den Marktneuheiten der Unternehmen gefragt. Eine Marktneuheit ist hier definiert als ein Produkt, dass für die gesamte Branche eine Neuheit darstellt. Das Ausmaß der Neuerung ist dabei nicht ausschlaggebend.

Hier wird der Unterschied zwischen der Theorie und der empirischen Umsetzung deutlich. In Abschnitt 2.2.5 wird der Grad einer Innovation genau beschrieben, in der Umfrage dagegen ist die Unterteilung nur grob. Es wird unterschieden zwischen Produkten, die für das eigene Unternehmen neu sind (also Innovationen, die schon zuvor von anderen gemacht wurden und von einem selbst nur adaptiert werden) und Produkten, die für den Markt neu sind, wo also die entscheidende Änderung von einem selbst stammt. Wie sehr das Produkt anders ist, wird hingegen nicht gefragt. Dies ist aber in gewisser Weise verständlich, da es für genaueres Nachfragen wohl eines eigenen Fragebogens bedurft hätte.

Werden die Marktneuheiten nach Betriebsgröße betrachtet wie in Tabelle 7.29, zeigt sich, dass bei größeren Betrieben der Anteil an Unternehmen mit Marktneuheiten steigt.

	Ja	Nein	k.A.
bis 49 Beschäftigte	38	36	83
50 bis 249 Beschäftigte	39	31	39
250 oder mehr Beschäftigte	24	10	9
Gesamt	101	77	125

Tabelle 7.29: Marktneuheiten nach Betriebsgröße

Vor allem Großbetriebe haben eine deutlich höhere Quote an Marktneuheiten. Allerdings hat nur etwas mehr als die Hälfte der Unternehmen die Frage nach den Marktneuheiten beantwortet, wobei auch hier der Anteil der Unternehmen ohne Angaben bei kleinen Unternehmen am höchsten ist und bei größeren Unternehmen stetig fällt. Insgesamt produzieren rund 43% aller Unternehmen, die diese Frage beantworteten Produkte, die für die Branche neu sind.

	Ja	Nein	k.A.
Holz/Möbel	15	10	15
Metall	16	18	29
Maschinen/Fahrzeuge	22	11	31
Elektro	8	8	13
Chemie/Kunststoff	9	8	12
Ernährungsgewerbe	12	10	13
Glas/Stein	7	10	5
Sonstige	12	2	13
Gesamt	101	77	131

Tabelle 7.30: Marktneuheiten nach Branche

Die Marktneuheiten sind auf alle Branchen ähnlich verteilt, es gibt keine Branche die stark abfällt. Eine Häufung gibt es bei Maschinen/Fahrzeug, Holz/Möbel und im Ernährungsgewerbe. Auch die kleine Gruppe der „Sonstigen“ hat einen hohen Anteil an Marktneuheiten. Auch hier muss darauf hingewiesen werden, dass nur etwas über die Hälfte aller Unternehmen auf die Frage nach den Marktneuheiten geantwortet hat.

Umsatzanteil der Marktneuheiten

Um eine bessere Aussage über das Angebot an Neuheiten zu bekommen, ist es notwendig, den Anteil derselben am Umsatz herauszufinden. In der Umfrage wurde dies auch getan, neben der Frage nach den Marktneuheiten an sich gab es die Möglichkeit, den Anteil der Marktneuheiten am Umsatz in Prozent anzugeben (Frage 5.2).

Das ist deshalb wichtig, da Unternehmen erst dann als innovativ gelten können, wenn der Anteil der Neuheiten am Umsatz eine gewisse Höhe erreicht. Denn Innovationen sind ja dadurch definiert, dass sie sich am Markt behaupten können. Hat ein Unternehmen neue Produkte am Markt, ohne dass diese nachgefragt werden, ist der Betrieb zwar bemüht, aber nicht innovativ im eigentlichen Sinn. Es gibt zwar keine fixe Grenze, ab der ein Unternehmen als innovativ gilt, allerdings kann man sagen, dass Firmen mit einem höheren Anteil an Innovationen am Umsatz deshalb innovativer sind, da sich die Innovation auch über den Erfolg am Markt definiert.

Beobachtungen	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
96	11,2	5,0	0	100	15,87	4,01	18,69

Tabelle 7.31: Statistische Aussagen über den Umsatzanteil von Marktneuheiten

Im Durchschnitt liegt der Umsatzanteil an Marktneuheiten bei rund 11%. Die Streuung ist aber groß, die Standardabweichung liegt bei rund 16%. Schiefe und Kurtosis zeigen eine spitze, rechtsschiefe Verteilung. Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung, zeigt sich, dass fast alle Unternehmen einen Anteil von Marktneuheiten am Umsatz von bis zu 10% haben. Nur bei etwas über 20% der Firmen liegt der Anteil höher, nur bei 10% beträgt der Umsatzanteil über 20%.

	Beob.	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefe	Kurtosis
bis 49 Beschäftigte	38	11,29	7,5	0	100	16,45	4,52	23,80
50 bis 249 Beschäftigte	37	13,3	5,0	0	100	18,94	3,14	12,09
250 oder mehr Beschäftigte	21	7,33	5,0	2,0	20,0	5,08	1,49	2,04

Tabelle 7.32: Statistische Aussagen über den Umsatzanteil von Marktneuheiten nach Betriebsgröße

Auf den ersten Blick auf die Tabelle 7.32 gibt es große Unterschiede zwischen Klein- und Mittelbetrieben auf der einen und Großbetrieben auf der anderen Seite, da der Mittelwert bei letzteren nur rund halb so hoch ist wie bei den ersteren. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich aber, dass dies wohl auf einzelne Ausreißer zurückzuführen ist. Die höheren Werte von Schiefe (die Verteilung ist rechtsschief) und Kurtosis weisen auf viele Beobachtungen im niederen Bereich hin, während die Verteilung bei den Großbetrieben gleichmäßiger ist. Der Maximalwert liegt bei 20%, bei den KMUs liegt er bei 100%.

Die Schlussfolgerung ist, dass der Umsatzanteil der Marktneuheiten nicht von der Unternehmensgröße abhängig ist, oder anders ausgedrückt: Der Anteil an innovativen Produkten am Gesamtverkauf verändert sich nicht aufgrund der Unternehmensgröße.

Branche	Beob.	arith. Mittel	Median	Min	Max	Std. Abw.	Schiefte	Kurtosis
Holz/Möbel	15	7 ⁵³	5 ⁰	0	20	6 ³⁰	1 ¹⁰	0 ²⁹
Metall	16	8 ⁹⁴	6 ⁰	2	25	6 ⁵²	1 ³⁰	1 ²²
Masch./Fahrz.	20	14 ⁷	5 ⁰	1	100	23 ²	3 ¹²	10 ²⁹
Elektro	7	11 ²⁹	5 ⁰	1	30	11 ⁵⁰	1 ⁰⁷	-0 ⁶⁸
Chemie/Kunstst.	9	7 ¹¹	5 ⁰	0	30	9 ³⁹	2 ¹⁴	5 ¹⁴
Ernährungsgew.	12	11 ⁰	10 ⁰	2	30	8 ⁰⁹	1 ¹⁹	1 ⁶⁰
Glas/Stein	7	28 ⁴³	10 ⁰	5	100	3 ³⁴	1 ⁹²	3 ⁸⁰
Sonstige	10	5 ¹	4 ⁰	2 ⁰	10 ⁰	2 ⁹⁰	0 ⁶⁸	-1 ⁵⁰

Tabelle 7.33: Statistische Aussagen über den Umsatzanteil von Marktneuheiten nach Branche

Ähnlich wie bei der Unternehmensgröße ist auch zwischen den Branchen kein großer Unterschied auszumachen, wie in Tabelle 7.33 zu sehen ist. Diejenigen mit einem höheren Mittelwert haben auch eine höhere Standardabweichung, Insgesamt sind aber schon die Unterschiede beim arithmetischen Mittel nur gering. Es gibt aber einen Ausreißer, die Glas/Stein Branche. Hier ist das Mittel signifikant höher, weil die Standardabweichung gering bleibt, auch Schiefe und Kurtosis sind nicht anders als bei sonstigen Branchen.

Bevor man aber wirklich von einer Abweichung sprechen kann, zeigt ein Blick auf den Median, dass wir es wohl hier mit einer nicht repräsentativen Stichprobe zu tun haben. Nur 7 Beobachtungen sind nicht gerade viel und der Median ist zwar höher als bei den meisten Branchen, nicht aber höher als im Ernährungsgewerbe.

7.4 Forschung und der wirtschaftliche Erfolg

Nachdem in der bisherigen Auswertung vor allem deskriptive Statistik angewandt wurden, sollen in der Folge auch Zusammenhänge untersucht werden. In in der Umfrage sind nur wenige metrische Variablen enthalten, die Kandidaten für eine Regressionsanalyse sind. In diesem Abschnitt sollen Wirtschaft und Forschung untersucht werden, um Aussagen über die Hypothese treffen zu können, dass sich gesteigerte Forschungsausgaben auch auf den wirtschaftlichen Erfolg positiv auswirken, bzw. erfolgreichere Unternehmen mehr Geld in die Forschung stecken als weniger erfolgreiche.

7.4.1 Forschung und Umsatz

Um einen Zusammenhang von Forschung und Umsatz zu überprüfen stehen uns folgende aus der Umfrage gewonnene Größen zur Verfügung: Der Umsatz im Jahr 2008 in Euro und die Forschungsquote als Anteil am Umsatz. Während wir mit dem Umsatz also eine absolute Größe vorfinden, ist die Forschungsquote eine relative Größe. Um auf die tatsächlichen Forschungsausgaben zu kommen, muss die Quote mit dem Umsatz multipliziert werden.

In diesem Fall wäre es wünschenswert gewesen, die Forschungsausgaben direkt zu erfragen, da aus den Antworten zur Forschungsquote der Eindruck gewonnen werden kann, dass eher ungenaue Angaben gemacht wurden. Die Quoten wurden oft mit Werten wie 5% , 10% oder 25% angegeben, was höchstwahrscheinlich nicht exakt den wirklichen Ausgaben entspricht.

Die Zusammenhänge zwischen Forschung und dem Umsatz können also auf zwei Wegen untersucht werden. Zum einen mit der Forschungsquote, die den Anteil der Forschungsausgaben am Umsatz angibt. Zum zweiten mit den errechneten Forschungsausgaben selbst, die die Ausgaben für Forschung in Euro darstellen. Mit beiden Größen können Hypothesen gebildet werden.

Die Forschungsquote und der Umsatz

Es wird vermutet, dass ein höherer Umsatz auch zu einer höheren Forschungsquote führt. Die Hypothese ist also, dass die F&E-Quote (FQ) in positiver, linearer Abhängigkeit zum Umsatz (U) steht. Unter der Annahme, dass die üblichen Fehlereigenschaften erfüllt sind, also eine konstante Fehlervarianz gegeben ist, wird folgendes Regressionsmodell berechnet:

$$FQ_i = a + b * U_i + u_i, \quad i = \{1 \dots n\}$$

Es ist a die Konstante, b der zu schätzende Parameter, u der Fehler und i eine von n Beobachtungen. Die F&E-Quote wird also als eine Funktion des Umsatzes definiert. Die Ergebnisse dieses Modells sind in Tabelle 7.34 dargestellt.

	Regressions- koeffizient	σ	T-Wert	Signifikanz des T-Werts
a	2 ⁵ 11	0 ² 8	9 ⁰ 3	0 ⁰ 0
b	0 ⁰ 04	0 ⁰ 01	2 ⁹ 4	0 ⁰ 04

Tabelle 7.34: Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, Ergebnis

In den Tabellen 7.34 und 7.35 zeigt sich ein positiver linearer Zusammenhang von Forschung und dem Umsatz. Der F-Wert ist signifikant, ebenso beide T-Werte. Aller-

R	R ²	Standardfehler d. Residuen	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik	DW-Statistik	n
0,181	0,033	4,34	8,652	0,004	1,963	256

Tabelle 7.35: Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz

dings erklärt das Modell nur einen kleinen Teil der Varianz der F&E-Quote, das R ist dementsprechend niedrig.

Das Modell muss also verfeinert werden. Dazu sollte noch einmal an die Ausgangssituation gedacht werden: Die Hypothese lautet, dass die Forschungsquote vom Umsatz abhängt. Im ersten Modell wurden alle Unternehmen mit einem angegebenen Umsatz herangezogen, auch solche, die keine Forschungsquote angaben. Das kann das Ergebnis aber verfälschen, da diese Unternehmen ja meistens nicht gar keine Forschung betreiben, sondern sie nicht angeben können/wollen. Deshalb wird das Modell auf Betriebe eingeschränkt die ihre Forschung angeben. Die Anzahl n der Beobachtungen sinkt damit auf 143.

Die Forschungsquote und der Umsatz bei forschenden Unternehmen

Nachdem in einem ersten Schritt das Modell Forschungsquote in Abhängigkeit vom Umsatz für alle Unternehmen mit einem angegebenen Umsatz berechnet wurde, erfolgt jetzt eine erste Einschränkung in der Anzahl der Unternehmen. Da relevante Aussagen nur innerhalb der forschenden Unternehmen getroffen werden können, werden alle Firmen, die keine Angaben machten, von der Betrachtung ausgenommen. Da nun die Unklarheiten über die Quoten der sich nicht deklarerenden Unternehmen das Modell nicht mehr beeinflussen, wird dieses aussagekräftiger.

Das Modell lautet wie zuvor:

$$FQ_i = a + b * U_i + u_i, \quad i = \{1 \dots n\}$$

a ist die Konstante, b der zu schätzende Parameter, FQ die Forschungsquote, U der Umsatz, u der Fehler (wieder gilt die Annahme dass die üblichen Fehlereigenschaften erfüllt sind) und i eine von n Beobachtungen. Allerdings ist n diesmal eingeschränkt auf alle forschenden Betriebe.

Es zeigt sich in den Tabellen 7.36 und 7.37, dass der Zusammenhang nicht signifikant ist. Zwar ist der Parameter b leicht positiv, allerdings ist die Wahrscheinlichkeit des Zutreffens der Nullhypothese bei über 5%, genauer bei 12%. Dieser Wert ist zwar nicht besonders hoch, trotzdem kann höchstens ein geringer Zusammenhang festgestellt werden und bei der nötigen Vorsicht kann keinesfalls eine Aussage getroffen werden, die das Modell als zutreffend bezeichnet.

	Regressions- koeffizient	σ	T-Wert	Signifikanz des T-Werts
<i>a</i>	4,67	0,43	10,96	0,00
<i>b</i>	0,002	0,001	1,57	0,12

Tabelle 7.36: Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, nur forschende Betriebe, Ergebnis

R	R ²	Standardfehler d. Schätzers	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik	DW-Statistik	n
0,121	0,017	4,92	2,45	0,12	2,084	143

Tabelle 7.37: Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, nur forschende Betriebe

Eine mögliche Verfeinerung ist die Aufteilung in einzelne Branchen. Doch während sich beispielsweise für die Metallbranche signifikante Modelle errechnen lassen solange alle Betriebe betrachtet werden, gibt es bei einer Einschränkung auf diejenigen Betriebe, die Angaben gemacht haben, keine signifikanten Auswirkungen vom Umsatz auf die Forschungsquote für einzelne Sparten.

Die Forschungsquote hängt also nicht signifikant vom Umsatz ab, weder positiv noch negativ. Höchstens ein kleiner positiver Einfluss kann gezeigt werden. Das bedeutet aber, dass die Forschungsquote über Unternehmen mit unterschiedlichen Umsätzen konstant bleibt. Deshalb kann erwartet werden, dass die absoluten Ausgaben mit den Umsätzen korrelieren, oder sogar von ihnen bestimmt werden. Dies soll im nächsten Abschnitt untersucht werden.

Die Forschungsausgaben und der Umsatz

Wie zuvor gezeigt, lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Forschungsquote und dem Umsatz herstellen; die Höhe der Forschungsquote ist keine Funktion des Umsatzes. An dieser Stelle muss man sich die beteiligten Variablen ansehen. Der Umsatz ist eine Zahl der Einheit Euro. Er sagt aus, wie viel das Unternehmen im vergangenen Jahr eingenommen hat. Die Forschungsquote ist demgegenüber eine Prozentzahl. Sie sagt aus, wie viele Forschungsausgaben pro eingenommenen Euro getätigt wurden. Wenn der Umsatz bekannt ist, lässt sich deshalb die absolute Höhe der Forschungsausgaben bestimmen.

Bis auf ein Unternehmen liegen die Forschungsausgaben von forschenden Betrieben zwischen 0,01 und 20 Millionen Euro. Nur ein Unternehmen hat Ausgaben von 551 Millionen Euro im Jahr 2008 angegeben.

	Anzahl	Mittelwert	Median	Std.-Abw.	Min	Max
F&E-Ausgaben	143	5'54	0'58	46'03	0'01	551

Tabelle 7.38: Forschungs- und Entwicklungsausgaben, 2008

Nun wird die Hypothese aufgestellt, dass die Höhe der Forschungsausgaben vom Umsatz abhängt. Hier werden sehr gute Ergebnisse erwartet, da größere Unternehmen in absoluten Zahlen natürlich mehr Geld in die Forschung investieren können als kleinere. Das Modell lautet:

$$FA_i = a + b * U_i + u_i, \quad i = \{1 \dots n\}$$

a ist die Konstante, b der zu schätzende Parameter, FA die Forschungs- und Entwicklungsausgaben, U der Umsatz und u der Fehler (wieder gilt die Annahme dass die üblichen Fehlereigenschaften erfüllt sind). Es ist i eine von n Beobachtungen. Wiederum ist n eingeschränkt auf die forschenden Betriebe.

	Regressions- koeffizient	σ	T-Wert	Signifikanz des T-Werts
a	-4'65	2'29	-2'04	0'04
b	0'133	0'008	17'08	0'00

Tabelle 7.39: Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz, Ergebnis

R	R ²	Standardfehler d. Residuen	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik	DW-Statistik	n
0'82	0'67	26'37	291'66	0'00	1'77	143

Tabelle 7.40: Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz

Die Ergebnisse werden in den Tabellen 7.39 und 7.40 dargestellt. Wie erwartet zeigt sich ein Zusammenhang. Das Modell ist noch sehr grob, aber mit diesem Ergebnis lässt sich sagen, dass die Höhe der Forschungsausgaben von der Umsatzhöhe abhängt.

Test auf Heteroskedastie

Wir nahmen im Modell an, dass die Varianz der Fehler (Residuen) konstant sei, also dass Homoskedastie vorliegt. Ist dies nicht der Fall und liegt Heteroskedastie vor, muss das Modell adaptiert werden. Um dies zu überprüfen, wird ein White-Test durchgeführt,

wie beschrieben in Böhm (2010). Dieser schätzt eine Hilfsregression der quadrierten Residuen auf eine Konstante (die Regressoren) und ihre Quadrate. Kreuzprodukte gibt es in diesem Fall nicht.

	Koeffizient	Std.-fehler	t-Quotient	p-Wert
<i>Konst</i>	-709,81	213,04	-3,33	0,001
<i>Umsatz</i>	19,34	2,38	8,14	0,00
<i>Umsatz</i> ²	-0,001	0,001	-1,06	0,29

Unkorrigiertes R-Quadrat = 0,827078

Teststatistik: $TR^2 = 118,272183$, mit p-Wert = $P(\text{Chi-Quadrat}(2) > 118,272183) = 0,000000$

Tabelle 7.41: White-Test für das Regressionsmodell Forschung und Umsatz

Das Ergebnis in Tabelle 7.41 zeigt, dass Heteroskedastie vorliegt, da die Teststatistik den Wert der χ^2 -Verteilung übersteigt. Deshalb muss die Nullhypothese \mathcal{H}_0 , dass die Regressionsparameter Null sind, verworfen werden. Die Varianz der Residuen ist also nicht konstant. Die Standardfehler werden zu klein geschätzt. Die Fehlervarianz ist verzerrt, der Schätzer nicht effizient.⁶ Das Modell muss verbessert werden, um gesicherte Aussagen treffen zu können.

Die Forschungsausgaben und der Umsatz logarithmiert

Da die Funktion der Forschungsausgaben als Abhängige Variable des Umsatzes Heteroskedastie zeigte, müssen wir versuchen, ein besseres Modell mit konstanter Fehlervarianz zu finden. Zuerst wird von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Forschungsausgaben und den Umsatz zu logarithmieren. Die Idee des Modells bleibt dieselbe, allerdings werden jetzt die logarithmischen Größen in der Gleichung verwendet. Eine zusätzliche Einschränkung wird noch gemacht. Zwei Unternehmen sind um vieles größer als die anderen. Sie werden als Ausreißer betrachtet und in diesem Modell ignoriert.

$$\log FA_i = a + b * \log U_i + u_i, \quad i = \{1 \dots n\}$$

Die Ergebnisse in den Tabellen 7.42 und 7.43 zeigen einen signifikanten Zusammenhang. Der T-Wert des Schätzers liegt bei 13, der p-Wert ist annähernd bei 0. Der angenommene lineare Zusammenhang zwischen den logarithmischen Variablen ist signifikant. Ob die Fehlervarianz konstant und damit der Schätzer effizient ist, können wir wieder mit dem White-Test überprüfen.

⁶Böhm (2010) S. 21.

	Regressions- koeffizient	σ	T-Wert	Signifikanz des T-Werts
<i>a</i>	-3 [◦] 16	0 [◦] 21	-15 [◦] 18	0 [◦] 00
<i>b</i>	0 [◦] 87	0 [◦] 07	13 [◦] 26	0 [◦] 00

Tabelle 7.42: Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz logarithmiert, Ergebnis

R^2	Standardfehler d. Residuen	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik	n
0 [◦] 56	1 [◦] 09	175 [◦] 77	0 [◦] 00	141

Tabelle 7.43: Regressionsmodell: Forschungsausgaben und Umsatz logarithmiert

Test auf Heteroskedastie

Wiederum nahmen wir im Modell an, dass die Varianz der Fehler (Residuen) konstant sei, also dass Homoskedastie vorliegt. Um dies zu prüfen, wird ein White-Test durchgeführt.

	Koeffizient	Std.-fehler	t-Quotient	p-Wert
<i>Konst</i>	-0 [◦] 02	0 [◦] 98	-0 [◦] 02	0 [◦] 98
$\log \text{Umsatz}$	0 [◦] 83	0 [◦] 71	1 [◦] 16	0 [◦] 25
$(\log \text{Umsatz})^2$	-0 [◦] 11	0 [◦] 11	-1 [◦] 01	0 [◦] 31

Unkorrigiertes R-Quadrat = 0,01

Teststatistik: $TR^2 = 1,63$, mit p-Wert = $P(\text{Chi-Quadrat}(2) > 1,63) = 0,442$

Tabelle 7.44: White-Test für das Regressionsmodell Forschung und Umsatz

Wie in Tabelle 7.44 zu sehen ist, liegt hier keine Heteroskedastie vor. Das Modell kann also verwendet werden, um Vorhersagen zu treffen, da die Varianz der Fehler den Voraussetzungen für eine unverzerrte und effiziente Schätzung entspricht.

Die Abbildung 7.8 zeigt, wie die Forschungsausgaben mit dem Umsatz steigen. Um die Ergebnisse besser zu visualisieren, wurde das Modell angepasst. Da die Umsatzunterschiede teilweise erheblich waren, wurde in der Grafik der Umsatz logarithmiert. Dazu kommt, dass zwei Unternehmen (die mit dem mit großem Abstand höchsten Umsatz von über 1.5 Mrd. Euro und dementsprechenden Forschungsausgaben) nicht dargestellt wurden, da sonst die Skalierung nur schwer möglich gewesen wäre. Es sind aber keine wirklichen Ausreißer, da dem hohen Umsatz eben auch hohe Forschungsausgaben gegenüber stehen. Die Abbildung zeigt also das zuvor berechnete Modell aus Tabelle 7.42.

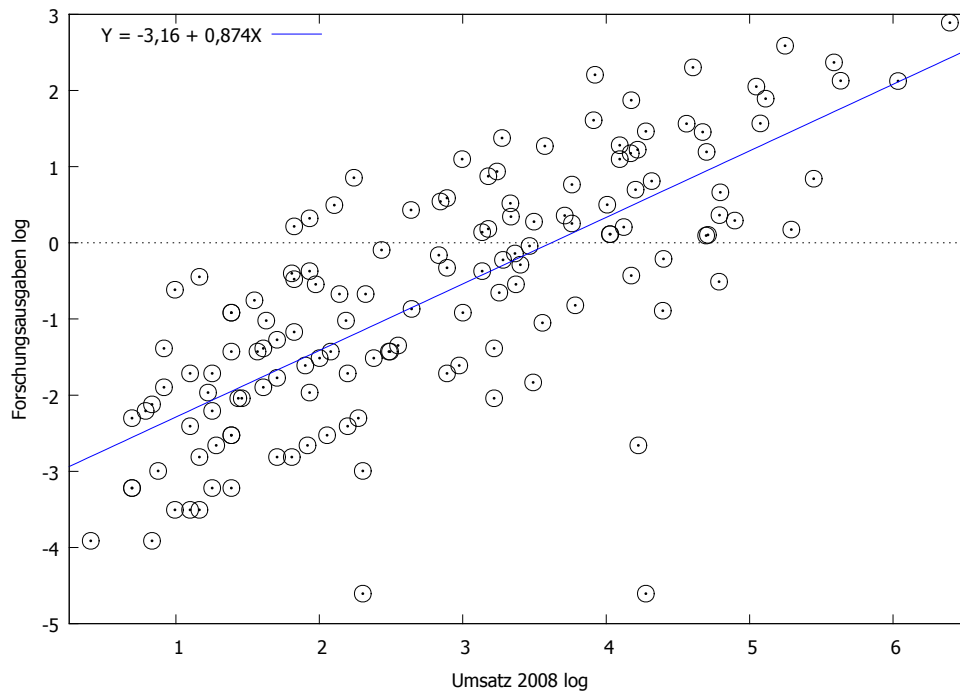


Abbildung 7.8: Forschungsausgaben und der Umsatz

Aufgrund der Betrachtung dieses Ausschnitts kann mit freiem Auge nachvollzogen werden, dass die Forschungsausgaben mit höherem Umsatz steigen. Nur zwei Ausreißer sind zu sehen, der Rest der Unternehmen gruppiert sich um die geschätzte Gerade.

Gliederung nach Branchen

Ein wichtiger Einflussfaktor ist die Branche (ein externer Faktor, da Mitbewerber und die speziellen Regeln einer Branche meist nicht direkt verändert werden können). Die Hypothese lautet, dass es Branchen gibt, in der Umsatz die Forschungsquote stärker beeinflusst als in anderen, da mehr (oder auch weniger) Geld in die Forschung gesteckt werden muss um Erfolg zu erzielen.

	a	b	$\sigma(b)$	R^2	T-Wert	Std.fehler d. Residuen	F-Statistik	n
Maschinen/Fahrzeuge	3,87	0,01	0,001	0,401	4,56	3,19	20,78	32
Ernährungsgewerbe	6,55	-0,04	0,04	0,062	-1,06	5,67	1,13	18

Tabelle 7.45: Regressionsmodell: Forschungsquote und Umsatz, nach Branchen

Die Ergebnisse der einzelnen Branchen unterscheiden sich stark. Es zeigt sich vor allem in der Maschinen- und Fahrzeugbranche ein starker linearer Zusammenhang von Umsatz und der Forschungsquote. Ein schwacher Zusammenhang lässt sich auch im Ernährungsgewerbe feststellen. Während also in den meisten Branchen die Forschungsquote konstant bleibt, ist es in der Maschinen- und Fahrzeugbranche so, dass große Unternehmen auch eine höhere Forschungsquote haben, also überproportional viel Geld in die Forschung investieren. Dies mag damit zusammenhängen, dass in diesen Branchen Forschung besonders teuer ist und sich nur für große Betriebe rentiert. Die Untersuchung der genauen Gründe muss aber in zukünftigen Forschungsarbeiten passieren. Diese müssen sich genauer auf einzelne Unternehmen konzentrieren, um nach Motiven forschen zu können.

7.4.2 Forschung und Umsatzsteigerungen

Zuvor wurde die Hypothese aufgestellt, dass ein höherer Umsatz die Forschungsquote erhöht. Eine zweite Hypothese ist, dass auch die Umsatzsteigerungen und die Forschungsquote in einem Zusammenhang stehen. Konkret bedeutet das, dass Unternehmen, die von 2006 auf 2008 höhere Umsatzsteigerungen zu verzeichnen hatten, auch eine höhere Forschungsquote haben. Das Modell lautet:

$$FE_i = a + b * US_i + u_i, \quad i = \{1 \dots n\}$$

Wobei FE die Forschungsquote und US die Umsatzsteigerung ist. Wieder ist a die Konstante, b der zu schätzende Parameter und u der Fehler ist. Die Variable i kennzeichnet eine von n Beobachtungen. Es wird angenommen, dass die üblichen Fehlereigenschaften gelten.

a	b	σ	T-Wert	n
2'13	0'03	0'007	4'34	244

Tabelle 7.46: Regressionsmodell: Forschung und Umsatzsteigerung, Ergebnis

R	R ²	korr. R ²	Standardfehler d. Residuen	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik	DW-Statistik
0'268	0'072	0'068	4'03	18'8	0'000	1'92

Tabelle 7.47: Regressionsmodell: Forschung und Umsatzsteigerung

Es gibt also einen signifikanten Einfluss der Umsatzsteigerungen auf die Forschungsquote. Allerdings erklärt das vorgestellte Modell nur einen sehr kleinen Teil (rund 7%)

der Varianz der Quote. Die Varianz der Fehler ist daher auch hoch, das Modell also nur sehr ungenau. Um bessere Aussagen machen zu können, wollen wir uns die einzelnen Branchen ansehen.

Untersuchung nach Branchen

	a	b	$\sigma(b)$	R^2	T-Wert	Std.fehler d. Residuen	F-Statistik	n
Metall	2 [◦] 79	0 [◦] 02	0 [◦] 01	0 [◦] 1	2 [◦] 27	5 [◦] 12	5 [◦] 13	49
Elektro	1 [◦] 70	0 [◦] 06	0 [◦] 02	0 [◦] 47	4 [◦] 17	3 [◦] 70	16 [◦] 94	20

Tabelle 7.48: Regressionsmodell: Forschung und Umsatzsteigerung, nach Branchen

Die Anwendung des Modells auf die Branchen zeigt, dass nur die Branchen Elektronik und Metall eine signifikante F-Statistik aufweisen. Das bedeutet, dass in der Elektronikbranche die Unternehmen mit hohen Umsatzsteigerungen auch die sind, die eine höhere Forschungsquote erreichen. Diese Branche ist auch die mit der durchschnittlich höchsten Forschungsquote, wie in Tabelle 7.25 zu sehen ist. Zwar ist auch die Streuung höher, die niedrige Kurtosis zeigt aber, dass nicht einzelne Ausreißer den höheren Wert ausmachen. Zumindest für die forschungsintensivere Elektronikbranche zeigt sich also, dass Unternehmen mit höheren Umsatzsteigerungen auch anteilmäßig mehr Geld in die Forschung investieren.

7.5 Ökoeffizienz und Forschung

Da eine moderne Produktion auch gleichzeitig ökoeffizienter ist als eine veraltete, stellt sich die Frage, ob von höheren F&E-Ausgaben auch direkt auf eine ökoeffizientere Produktion geschlossen werden kann. Die Hypothese lautet, dass eine positive Korrelation zwischen F&E und Ökoeffizienz besteht. Zur Überprüfung der Hypothese wird zuerst das Datenmaterial analysiert. Wie schon zuvor besprochen, sehen wir die Anwendung des Konzepts der Ökoeffizienz in dieser Arbeit in Hinblick auf die im Fragebogen behandelten ökoeffizienten Produktionstechnologien. Die Teilnehmer der Umfrage konnten angeben, welche der zehn Technologien sie selbst anwenden. Dazu konnten sie noch sagen, wie intensiv sie diese Technologien nutzen. Daneben konnten sie auch ihr Selbstbild bezüglich der eigenen Effizienz in der Produktion angeben. Es wurde gefragt, wie effizient im Vergleich mit anderen Betrieben der Branche das eigene Unternehmen Material und Energie nutzt. Hier wurde also nach der branchenbezogenen Selbsteinschätzung gefragt.

7.5.1 Korrelation von F&E-Quote und Ökoeffizienz

Es ergibt sich ein differenziertes Bild. Zwischen der Anzahl der ökoeffizienten Technologien und der F&E-Quote gibt es zwar keine signifikante Korrelation, wohl aber zwischen der Höhe der F&E-Quote und der selbstbewerteten Energie- und Materialeffizienz, wie in Tabelle 7.49 zu sehen ist.

		Ökoeffizienz (selbst bew.)	Umweltan- strengungen (kumm.)	F&E-Quote
Ökoeffizienz (selbst bew.)	Korr. (Pearson)	1	-0,24	0,172
	Signifikanz (2-seitig)		0,725	0,005
Umweltan- strengungen (kumm.)	Korr. (Pearson)	-0,24	1	0,15
	Signifikanz (2-seitig)	0,725		0,836
F&E-Quote	Korr. (Pearson)	0,172	0,015	1
	Signifikanz (2-seitig)	0,005	0,836	

Tabelle 7.49: Korrelation von Ökoeffizienz und F&E

Das heißt also, dass Unternehmen, die eine höhere F&E-Quote haben, also relativ mehr Geld für Forschung und Entwicklung ausgeben, sich tendenziell als energie- und materialeffizienter ansehen als Unternehmen, die nicht soviel Wert auf F&E wert legen. Eine Regression bringt keine relevanten Ergebnisse. Es lässt sich sagen, dass Unternehmen die selbst forschen sich eher über die eigene Effizienz Gedanken machen als solche, die nicht oder weniger forschen. Diese Korrelation ist zwar signifikant, aber nicht besonders stark.

7.6 Innovative Produktion und Ökoeffizienz

Wie wir zuvor gesehen haben, konnte kein starker Zusammenhang zwischen Forschung und ökoeffizienter Produktion festgestellt werden. Nun soll nun der Frage nachgegangen werden, ob Unternehmen, die modernere Produktionsmethoden verwenden, also eine innovativere Produktion haben, auch ökoeffizienter produzieren. Hierzu dienen die Fragenblöcke 3.1 und 4.1 aus dem Fragebogen als Grundlage. In beiden Fällen werden die von den Unternehmen angegebenen Technologien summiert.

7.6.1 Ausmaß der innovativen Produktion

Die Unternehmen konnten in der Befragung bis zu 15 innovative Produktionstechniken abgeben, die in Betrieben Verwendung finden. Alle 309 Betriebe beantworteten diese

Frage, auch wenn 61 davon, also fast 20%, für ihre Betriebe keine einzige innovative Produktionstechnik angaben. Die genauen Ergebnisse finden sich in Tabelle 7.50

Innovative Techniken	Anzahl	Prozent	Kumulierte Prozente
0	61	19,7	19,7
1	44	14,2	34,0
2	49	15,9	49,8
3	47	15,2	65,0
4	37	12,0	77,0
5	31	10,0	87,1
6	22	7,1	94,2
7 und mehr	18	5,8	100,0
Gesamt	309	100,0	100,0

Tabelle 7.50: Unternehmen gegliedert nach der Anzahl der eingesetzten innovativen Techniken

Moderne Produktionsmethoden kommen also in einem bedeutenden Ausmaß zur Anwendung. Mehr als die Hälfte der Unternehmen nutzen zwischen 2 und 5 der angegebenen innovativen Techniken. In dieser Statistik sind die ökoeffizienten Techniken nicht enthalten, die auch als innovativ gelten können.

Um einen besseren Überblick zu erhalten, wurden die Unternehmen in Klassen unterteilt. 0 Techniken ergaben „keine Nutzung innovativer Techniken“, 1 bis 2 Techniken wurden als „geringe Nutzung innovativer Techniken“ bezeichnet. 3 bis 5 Techniken waren „mittlere Nutzung innovativer Techniken“ und alle Betriebe die mehr als 5 Techniken nutzten wurden bezeichnet als „hohe Nutzung innovativer Techniken“. Die überwältigende Mehrheit der Unternehmen fällt in die zweite oder dritte Kategorie, siehe Abbildung 7.9.

7.6.2 Zusammenhänge zwischen Ökoeffizienz und moderner Produktion

In der Umfrage zeigt sich, dass über 80% der Unternehmen zumindest eine moderne Produktionstechnik verwenden. Es zeigt sich ebenfalls, dass die Mehrheit der Unternehmen zumindest eine ökoeffiziente Produktionstechnik anwendet, siehe Tabelle 7.20. Betrachtet man alle Antworten, also auch die Fragebögen mit keinen Angaben in diesem Punkt, sind es immer noch über 60%, die ökoeffizient arbeiten.

Eine Berechnung der Korrelation ergibt, dass die Summe der Umwelanstrengungen und die Summe der eingesetzten innovativen Techniken positiv korreliert. Nach Pearson und nach Spearman ist die zweiseitige Korrelation auf dem 0,01 Niveau signifikant, mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,347 bzw. 0,345.

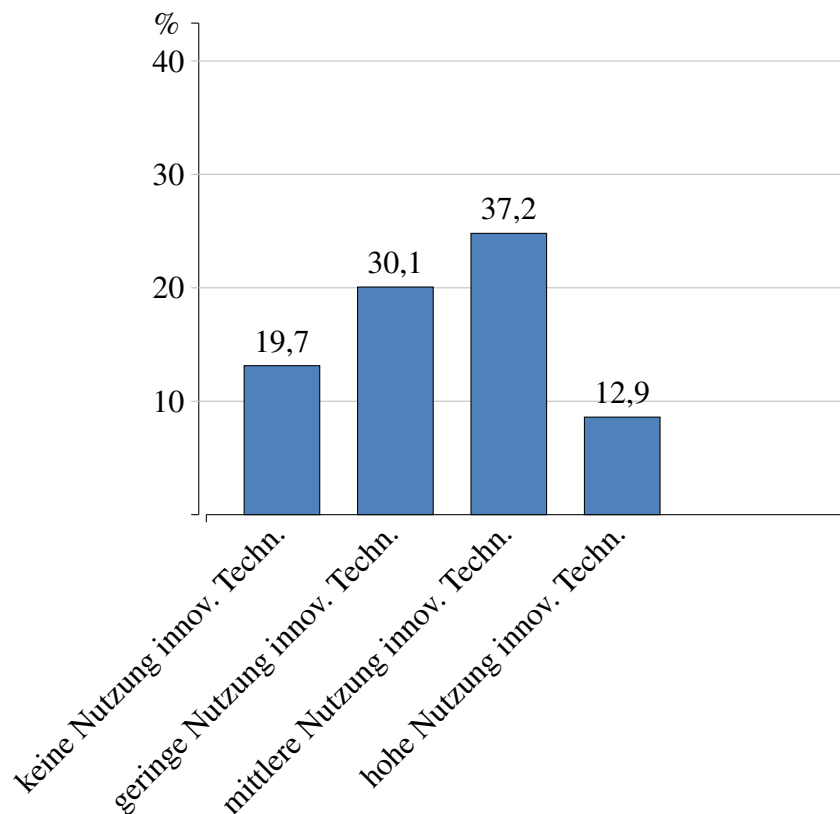


Abbildung 7.9: Einsatz innovativer Techniken, klassiert

Wir nehmen also an, dass zwischen den beiden Variablen ein Zusammenhang besteht. Die Hypothese ist, dass Unternehmen mit größeren Anstrengungen im Umweltbereich auch bei der sonstigen Produktionstechnik innovativ sind. Beide Bereiche sind Ausprägungen moderner Produktionsweisen, nur der Fokus ist ein anderer. Auf der einen Seite geht es um Qualität und Preis, auf der anderen um die Auswirkungen auf die Umwelt. Doch sieht man sich die Technologien oder auch die dahinter liegende Theorie genauer an, wird man feststellen, dass es auch hier mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede gibt. Ökologisch und sauber produzieren bedeutet meist auch sehr effizient und damit günstig zu produzieren - vor allem in Ländern wie Österreich, wo die Kosten von Umweltverschmutzung zumindest teilweise auf die Betreiber zurückfallen, oder Grenzwerte gesetzlich festgelegt sind. Aber auch innovativ zu produzieren wirkt sich meist positiv auf die Umwelt aus. Wo Rohstoffe immer teurer werden, ist es wichtig, wenig Abfälle wie zum Beispiel Ausschuss zu produzieren. Qualität wirkt sich also auch auf die Umwelt aus.

Um diese Hypothese zu testen, wird eine Regressionsanalyse mit den beiden Grö-

ßen, der Summe der ökoeffizienten Techniken als abhängige und der Summe der innovativen Techniken als unabhängige Variable, durchgeführt. Das Modell ist also:

$$\sum \text{ökoeffiziente Techniken} = \alpha + \beta \times \sum \text{innovative Techniken} + e$$

Die Regressionsanalyse ergab folgendes Bild, siehe Tabellen 7.51 und 7.52: Das Modell zeigt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl der verwendeten Technologien in den Bereichen Ökoeffizienz und Innovation. Der T-Wert für den Steigungskoeffizienten liegt bei 5,65 und die Irrtumswahrscheinlichkeit ist unter 0,01.

a	b	$\sigma(b)$	T-Wert	n
1,55	0,26	0,047	5,65	235

Tabelle 7.51: Regressionsmodell: Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion

R	R ²	korr. R ²	Standardfehler d. Residuen	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik
0,35	0,12	0,12	1,69	31,94	4,6e ⁻⁸

Tabelle 7.52: Regressionsmodell: Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion

Die Regression erfolgte unter der Annahme konstanter Fehlervarianz. Der White-Test dient dazu, diese Annahme zu überprüfen. Die Ergebnisse in Tabelle 7.53 zeigen, dass die Annahme zutrifft.

	Koeffizient	Std.-fehler	t-Quotient	p-Wert
a	2,38	0,58	4,09	5,85e ⁻⁵
b	0,29	0,32	0,91	0,36
b^2	-0,03	0,038	-0,74	0,46

Unkorrigiertes R-Quadrat = 0,0038

Teststatistik: TR² = 0,891, mit p-Wert = P(Chi-Quadrat(2) > 0,891) = 0,641

Tabelle 7.53: White-Test für das Regressionsmodell Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion

Die Hypothese, dass die Verwendung innovativer Techniken auch die Verwendung ökoeffizienter Techniken steigert, erweist sich in diesem Fall als richtig. Allerdings ist der Zusammenhang nur schwach ausgeprägt. Das Modell erklärt nur zu einem geringen

Teil den Einsatz von ökoeffizienten Produktionstechnologien, auch die Fehlervarianz ist noch groß.

Deshalb müssen die Ergebnisse auch vorsichtig interpretiert werden. Die tiefer liegenden Gründe für den Zusammenhang sind wohl in der Unternehmensstrategie zu suchen. Es ist immer eine Entscheidung, die vom Management zu treffen ist: Wie viel Kapital wird in neue Produktionstechniken investiert? Es ist dasselbe Management, das entscheidet, wie ökoeffizient die Produktion sein soll. Der Umstand, dass Modernität auch oft Ökoeffizienz mit sich bringt untermauert die These, dass Innovation und Ökoeffizienz in der Produktion heutzutage in den strategischen Entscheidungen der Unternehmen zusammenfallen.

Das Ergebnis der Regression zeigt aber auch, dass diese Entscheidungen nicht automatisch immer auf diese Weise vom Management getroffen werden. Der schwache Zusammenhang spricht dafür, dass eben nicht alle Unternehmen innovative und ökoeffiziente Produktion gleichermaßen anstreben - einige aber doch. Gerade hier wäre es interessant, einen Vergleich über die Zeit zu haben, um zu sehen, ob und wie sich dieses Verhalten ändert. Dies muss aber zukünftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

7.7 Ökoeffiziente Produktion und der wirtschaftliche Erfolg

Es wurde gezeigt, dass das Management, wenn es moderne Produktionsmethoden einsetzt, damit auch oft ökoeffiziente Produktion verbindet. Eine Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt ist, ob diese Entscheidungen Auswirkungen auf wirtschaftlich wichtige Zahlen im Unternehmen haben.

Die Analyse zeigte, dass weder die Anzahl der eingesetzten innovativen Produktionstechniken noch die der ökoeffizienten Produktionstechniken mit der Umsatzrendite korrelieren. Ein Zusammenhang zwischen dem Einsatz eines Kennzahlensystems und der Umsatzrendite konnte ebenfalls nicht festgestellt werden. Dies ist im Grunde nicht verwunderlich, da solche Systeme auch mit einem anderen Ziel eingeführt werden.

Sehr wohl aber gibt es Korrelationen zwischen der Material- und Energieeffizienz (selbst bewertet) und der Umsatzrendite, welche wiederum mit der Höhe der F&E Ausgaben korreliert. Beide Korrelationen sind allerdings auf einem Niveau von 0,05 nicht signifikant. Material- und Energieeffizienz und Forschungsquote korrelieren ebenfalls, wie schon in Abschnitt 7.5.1 gezeigt werden konnte.

Lineare Regressionsgleichungen zeigen, dass die Umsatzrendite aber nicht direkt von einer der beiden Größen abhängt. Es ist beobachtbar, dass Unternehmen, die ökoeffizient produzieren und eine höhere F&E-Quote erreichen, auch eine bessere Umsatzrendite vorweisen können. Allerdings sind die beiden erstgenannten nicht unbedingt der Grund für die Rendite, vielmehr scheint es Gründe für das gleichzeitige Auftreten dieser

drei Merkmale zu geben. Folgt man dem postulierten Modell, liegt es an der Unternehmensstrategie, an der grundsätzlichen Ausrichtung des Unternehmens.

Ein grundsätzliches Problem bildet in diesem Zusammenhang das Datenmaterial. Die Hypothese lautet ja, dass ökoeffiziente, innovative Unternehmen erfolgreicher sind als andere. Im Bereich der Innovation konnten zwei der wichtigsten Input- und Output-Faktoren untersucht werden: Forschung und Entwicklung und der Anteil an innovativen Produkten (den Marktneuheiten) am Umsatz. Hier konnte gezeigt werden, dass die Forschungsausgaben und der Umsatz korrelieren. Es zeigt sich auch, dass in forschungsintensiven Branchen der Umsatzanteil von Innovationen höher ist.

Für die Ökoeffizienz gibt es solche Zahlen leider nicht. Die Frage nach dem ökoeffizienten Betrieb wird aber nicht nur in der Produktion beantwortet. Es ist auch zu berücksichtigen, wie ökoeffizient die Produkte sind, die den Betrieb verlassen. Dazu gibt es aber leider keine Aussagen, auch deshalb, weil hier (im Gegensatz zur Innovation) die Frage schwer zu beantworten ist, was denn ein ökologisch effizientes, oder auch ein umweltfreundliches Produkt ist. Gleichzeitig kann diese Frage sehr heikel sein - welcher Betrieb möchte schon angeben, Produkte herzustellen, die die Umwelt mehr schädigen als die Produkte des Mitbewerbers?

7.7.1 Auswirkungen von ökoeffizienter Produktion auf die Performance

Wie zuvor erwähnt, kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen ökoeffizienter Produktion und der Rendite festgestellt werden. Die Hypothese lautete zu Beginn, dass ein in Richtung Ökoeffizienz ausgerichteter Betrieb mehr Erfolg hat, allerdings wurde in diesem Abschnitt schon beschrieben, dass diese Hypothese mit der zugrunde liegenden Umfrage nicht überprüfbar ist. Ein Versuch, die Umsatzrendite als Funktion des Nutzungsgrades der ökoeffizienten Produktionstechnologien zu modellieren, ergibt kein signifikantes Ergebnis.

Das heißt, dass die Entscheidung, ökoeffiziente Technologien einzusetzen, keine signifikanten Auswirkungen auf die Umsatzrendite hat. Der Zusammenhang ist zwar leicht positiv, aber aufgrund der nicht vorhandenen Signifikanz kann die Nullhypothese, dass kein Einfluss besteht, nicht abgelehnt werden. Wie im obigen Abschnitt gezeigt, war dieser Zusammenhang auch nicht unbedingt zu erwarten.

Der Umstand, dass kein signifikanter Zusammenhang besteht, lässt natürlich verschiedensten Interpretationen Raum, die nicht Teil einer wissenschaftlichen Arbeit sein sollten. Eine Bemerkung zu diesem Ergebnis sei allerdings erlaubt.

Man sollte sich in Erinnerung rufen, wie stark die Widerstände gegenüber umweltfreundlichen Technologien (und vor allem gegen Gesetze, die einen Einsatz derselben nötig machen) waren und noch sind. Hier kann gezeigt werden, dass es eben

nicht schlecht für die Performance eines Unternehmens ist, wenn ökoeffizient produziert wird.

Auch wenn die Anzeichen für positive Zusammenhänge zwischen Betriebserfolg und Umweltschutz schwerer zu finden sind, in den Auswertungen dieser Umfrage gab es keinerlei Anzeichen, dass durch den Einsatz ökoeffizienter Technologien und Maßnahmen, die die Unternehmen umweltfreundlicher machen sollen, in irgendeiner Form der unternehmerische Erfolg oder die Innovationsleistung leiden sollte. Im Gegenteil, wir werden im folgenden Abschnitt sehen, dass es durchaus positive Zeichen gibt.

7.7.2 Ökoeffiziente Produktion und der Umsatz

Der Umsatz korreliert sehr stark mit der Unternehmensgröße. Die Hypothese ist, dass große, unumsatzstarke Unternehmen mehr ökoeffiziente Technologien einsetzen als kleinere Unternehmen. Auch ist der Nutzungsgrad dieser Technologien höher. Das lineare Kleinstquadratmodell des Umsatzes U ist:

$$U = \alpha + \beta \times \sum \text{ökoeffiziente Techniken} + e$$

Die Summe der ökoeffizienten Techniken ist als gewichtete Summe zu verstehen, da bei jeder Technik von den Unternehmen auch der Nutzungsgrad angegeben werden konnte. Eine einführende Beschreibung zu der Nutzung von ökoeffizienten Technologien kann in Abschnitt 7.2 nachgelesen werden. Das Ergebnis der Regressionsgleichung ist in den Tabellen 7.54 und 7.55 dargestellt.

	Regressions- koeffizient	σ	T-Wert	Signifikanz des T-Werts
<i>a</i>	-9,46	26,77	-0,35	0,72
<i>b</i>	13,88	3,86	3,60	0,00

Tabelle 7.54: Regressionsmodell: Umsatz und Ökoeffizienz in der Produktion, Ergebnis

R^2	korr. R^2	Standardfehler d. Residuen	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik	n
0,06	0,06	240,28	12,94	0,00	199

Tabelle 7.55: Regressionsmodell: Umsatz und Ökoeffizienz in der Produktion

Ein Test auf Heteroskedastie zeigt aber, dass die Varianz der Residuen nicht konstant und daher der Schätzer nicht effizient ist. Ein modifiziertes Modell ist also erforderlich. Wiederum verwenden wir den logarithmierten Umsatz und begrenzen unsere Stichprobe

auf alle Unternehmen außer die zwei größten, die sich in ihrem Umsatz deutlich von den anderen unterscheiden. Das Modell sieht nun so aus:

$$\log U = \alpha + \beta \times \sum \text{ökoeffiziente Techniken} + e$$

	Regressions- koeffizient	σ	T-Wert	Signifikanz des T-Werts
<i>a</i>	2 [◦] 01	0 [◦] 15	13 [◦] 25	0 [◦] 00
<i>b</i>	0 [◦] 11	0 [◦] 02	5 [◦] 11	0 [◦] 00

Tabelle 7.56: Regressionsmodell: logarithmierter Umsatz und Ökoeffizienz in der Produktion, Ergebnis

R ²	korr. R ²	Standardfehler d. Residuen	F-Statistik	Signifikanz der F-Statistik	n
0 [◦] 12	0 [◦] 11	1 [◦] 35	26 [◦] 11	0 [◦] 00	197

Tabelle 7.57: Regressionsmodell: logarithmierter Umsatz und Ökoeffizienz in der Produktion

	Koeffizient	Std.-fehler	t-Quotient	p-Wert
<i>Konst</i>	1 [◦] 4	0 [◦] 34	4 [◦] 19	0 [◦] 00
$\sum \text{Ökoeff. Techniken}$	0 [◦] 007	0 [◦] 11	0 [◦] 65	0 [◦] 51
$\sum \text{Ökoeff. Techniken}^2$	0 [◦] 0003	0 [◦] 007	0 [◦] 04	0 [◦] 96

Unkorrigiertes R-Quadrat = 0,02

Teststatistik: $TR^2 = 4,08$, mit p-Wert = $P(\text{Chi-Quadrat}(2) > 4,08) = 0,13$

Tabelle 7.58: White-Test für das Regressionsmodell Ökoeffizienz und Innovation in der Produktion

Das Ergebnis der Schätzung ist in den Tabellen 7.56 und 7.57 dargestellt und zeigt, dass die Nullhypothese, also $\beta = 0$ ist, verworfen werden kann. Auch liegt diesmal keine Heteroskedastie mehr vor, wie die Tabelle 7.58 zeigt. Der positive Zusammenhang von Umsatz und dem Nutzungsgrad ökoeffizienter Technologien ist signifikant. Dieses Ergebnis stützt die Hypothese. Die Erklärung liegt wohl darin, dass große produzierende Unternehmen mehr Einsatzmöglichkeiten für verschiedenste Technologien haben. Kleine Unternehmen können auch ökoeffiziente Produktionstechnologien nutzen, allerdings sind es eher große Betriebe, die viele Techniken zu einem höheren Grad anwenden.

7.8 Ökoeffiziente Produktion und die Nachhaltigkeitsfaktoren

Die Nachhaltigkeitsfaktoren sind eine Gruppe von Aktivitäten, die ein Unternehmen setzen kann. Es geht im Speziellen darum, eine hohe Effizienz in der Produktion zu erreichen, den „cradle-to-cradle“ Gedanken von Beginn an in der F&E zu beachten indem bei den Innovationen ein geringer Ressourcenverbrauch mitgedacht wird, dazu das Vorhandensein wirtschaftlichen Erfolges und verantwortungsvoller Mitarbeiter, die einen hohen Wert für das Unternehmen darstellen.

Wie gezeigt werden konnte, gibt es in der Tat einen Zusammenhang von wirtschaftlichem Erfolg, F&E und Ökoeffizienz. Es lässt sich ebenfalls ein Zusammenhang zwischen der Summe der arbeitsorganisatorischen Maßnahmen (aus Punkt 6.1 im Fragebogen), F&E und neuen Produkten (Frage 5.1 im Fragebogen) herstellen, wie Tabelle 7.59 zeigt. Die Korrelation ist auf einem Niveau von 0,01 2-seitig signifikant.

		F&E-Quote	Produktneuhheiten
Arbeitsorganisation	Korr. (Pearson)	0,25	0,28
	Signifikanz (2-seitig)	0,00	0,00

Tabelle 7.59: Korrelation von arbeitsorganisatorischen Maßnahmen und der F&E-Quote und der Einführung von Produktneuhheiten

Das zeigt, dass die Vermutung, dass zwischen den Nachhaltigkeitsfaktoren ein Zusammenhang besteht, durchaus geäußert werden kann. Allerdings muss man dies gleich wieder einschränken, da das Datenmaterial für weitere Analysen nur unzureichend vorhanden ist. Die Arbeitsorganisation wird nur kurz behandelt, die Motivation der Mitarbeiter gar nicht. Diese Informationen sind aber von einer Umfrage dieser Art nicht zu erwarten, weshalb das Thema der Nachhaltigkeitsfaktoren gesondert betrachtet und mit eigenen Untersuchungen hinterlegt werden sollte. Auch im Bereich der Innovation müssten noch mehr Daten bezüglich der Erschaffung von ökoinnovativen Produkten erhoben werden. Da dieses Thema auch noch sehr neu ist, sollte dieser Bereich in weiteren Umfragen in den nächsten Jahren abgedeckt und beobachtet werden. Genaueres dazu wird im Kapitel 8 beschrieben.

7.9 Ökoeffizienz und die Innovationskraft

Wenn von den postulierten Zusammenhängen, die in der Einleitung fomuliert wurden, ausgegangen wird, dann sollten sich Zusammenhänge von ökoeffizienter Produktion

und der Innovationskraft von Unternehmen ergeben. Die Hypothese ist, dass Unternehmen, die umweltfreundliche Produkte herstellen, auch innovativ sind, also mehr Geld für Forschung ausgeben. Dies kann mit den vorhandenen Daten nicht überprüft werden, allerdings kann man sich die Produktion ansehen. Auch können die Forschungsausgaben nicht mit Innovation direkt gleichgesetzt werden, da die Forschung nur die eine Seite der Innovation ist. Genauso bedeutend ist die Positionierung am Markt und der Wille, mit neuen Produkten auf den Markt zu gehen. In diesem Fall verfügen wir über Daten sowohl zur Forschung als auch zum Umsatzanteil neuer Produkte. Auf Seiten der Ökoeffizienz hingegen sind wir auf die Antworten aus dem Produktionsbereich angewiesen.

Es stellt sich die Frage, welche Auswirkung die Beachtung des Konzepts der Ökoeffizienz in der Produktion auf die hergestellten Produkte hat, bzw. inwieweit gewisse Produktgruppen ökologisch effizienter produziert werden.

		Umsatzanteil Produktneu- heiten	Umsatzanteil Marktneuhei- ten	Umsatzanteil 10 Jahre alter Produkte
Summe der Umweltan- strengungen (kumm.)	Korr. (Pearson) Signifikanz (2-seitig)	0,04	0,05	0,145
		0,66	0,68	0,05

Tabelle 7.60: Korrelation von Ökoeffizienz in der Produktion mit verschiedenen Produktgruppen

Es zeigt sich, dass es eine Korrelation gibt zwischen der Anzahl an eingesetzten ökoeffizienten Techniken und dem Umsatzanteil von Produkten, die älter als 10 Jahre als sind. Interessanterweise gibt es aber keine Korrelation mit neuen Produkten.

Eine Interpretation dieses Ergebnisses kann mithilfe der Innovationstheorie gegeben werden. Im Kapitel Innovation in Abschnitt 2.2.2 wird die inhaltliche Dimension von Innovation diskutiert. Es wird postuliert, dass Produktinnovationen oft Prozessinnovationen mit sich bringen, mittlerweile sich meist einander bedingen. Der Umstand, dass hier eine Korrelation zwischen dem Produzieren von älteren Produkten und ökoeffizienter Produktion gezeigt werden konnte, deutet darauf hin, dass die Theorie in diesem Fall zutreffend ist.

Zwischen der Einschätzung der Material- und Energieeffizienz und den F&E-Ausgaben existiert, wie schon gezeigt wurde, ebenfalls eine Korrelation, siehe dazu auch Abschnitt 7.5.1. Es gibt also einen, allerdings nur schwachen, Zusammenhang mit der Forschung, aber auch mit den Ergebnissen: Zwischen der Material- und Energieeffizienz und der Einführung von neuen Produkten existiert eine positive Korrelation, wie Tabel-

le 7.61 zeigt. Alle beschriebenen Korrelationen sind auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

		F&E-Quote	Produktneuheiten
Ökoeffizienz (bew.)	Korr. (Pearson)	0,17	0,16
	Signifikanz (2-seitig)	0,005	0,006
F&E-Quote	Korr. (Pearson)	1	0,28
	Signifikanz (2-seitig)		0,00

Tabelle 7.61: Korrelation von Energie- und Materialeffizienz und der Einführung neuer Produkte

Erwartungsgemäß zeigt sich auch ein leicht positiver Zusammenhang zwischen F&E-Anstrengungen und neuen Produkten. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Ökoeffizienz mit der Innovationskraft von Unternehmen korreliert, sie aber nicht bedingt. Dieses Ereignis wurde erwartet, da der postulierte Zusammenhang davon ausgeht, dass beide vom Management und aufgrund der vorhandenen Determinanten bestimmt werden.

Teil III

Zusammenfassung

8 Ausblick

Bei der Ausarbeitung dieser Arbeit zeigte sich, dass das Thema Ökologie weiterhin sehr präsent ist. Vor allem zum Thema Klimaerwärmung bzw. Klimaveränderung lässt sich einfach aktuelle Literatur finden. Aber auch der Forschungsbereich, der sich direkt mit Konzepten zur Ökologisierung von Unternehmen beschäftigt, ist durch neue Veröffentlichungen aktiv. Ein Begriff, der zuletzt vermehrt auftaucht, ist die „Ökoinnovation“. Der Grund für immer neue Definitionen liegt darin, dass sich das Thema Ökologie immer wieder weiter entwickelt und um neue Begriffe ergänzt und erweitert wird. Von Schritt zu Schritt wird dabei umfassender gedacht. Immer mehr Teile der Unternehmen, ihre Umwelt, ihr Einflussgebiet werden bei ökologischen Konzepten mit erfasst. Gleichzeitig dauert es aber einen gewissen Zeitraum, bis die Theorie in der Praxis ankommt. Durch die Initiativen von Organisationen wie der EU kann diese Zeit verkürzt und dadurch die Beachtung von Ökologie in der Unternehmenswelt verstärkt werden.

8.1 Zukünftige Umfragen

Die Auswertung konnte zwar einige Ergebnisse erzielen, es müssen aber auch Fragen offen bleiben. Es zeigte sich eben auch die Notwendigkeit, weitere Untersuchungen und Umfragen vorzunehmen. Gleichzeitig ergeben sich auch neue Fragestellungen, ermöglicht durch neue Entwicklungen im Umweltsektor. Aber auch „traditionelle“ Fragestellungen können von neuen Daten aus anderen Fragen profitieren.

8.1.1 Ökoeffizienz

Für eine genauere Analyse ökoeffizienten Unternehmensverhaltens sollten mehr und genauere Daten abgefragt werden. So ist der Energieverbrauch von hohem Interesse. Über die Energiekosten ist dieser zwar ungefähr feststellbar, allerdings wäre es sehr wichtig zu wissen, aus welchen Quellen sich dieser Verbrauch speist. Auch die eigene Erzeugung von Energie über konventionelle und erneuerbare Träger ist von Interesse.

Bei der Betrachtung von Ökoeffizienz ist es wichtig, die Verhältnisse von Inputs und Outputs zu kennen. Aussagekräftiges Datenmaterial ist in diesem Bereich (in der zugrundeliegenden Umfrage) nur spärlich vorhanden. Dieses wäre allerdings notwendig,

um die tatsächliche Situation zu beschreiben. Abfall, Produktionsoutput und neben dem Energie- auch der Rohstoffverbrauch können zeigen, wie ökoeffizient Betriebe arbeiten.

8.1.2 Ökoinnovation

Dieser sehr neue Bereich in der betrieblichen Ökologie verdient ebenfalls eine genauere Betrachtung. Leider gibt es noch keine verlässlichen Indikatoren, die Ökoinnovation anzeigen.¹ Trotzdem können Fragen schon jetzt zu diesem Thema gestellt werden. Es gibt durch den großen Umfang, den das Thema Ökoinnovation hat, auch viele Möglichkeiten, Informationen zu bekommen. Individuelle Indikatoren, Performancemessungen, Materialstromanalysen, Ökoeffizienz-Indikatoren, Lebenszyklusanalysen und weitere können ein Bild von den Ökoinnovationen in Unternehmen zeichnen.²

Konkret kann in einer zukünftigen Umfrage versucht werden, mehr zum Zusammenhang von Forschung und Innovation mit Ökologie herauszufinden. Beispielsweise wie ökoeffizient neue Produkte sind, wie Life-Cycle-Überlegungen eingeflossen sind oder wie stark auf Ökologie in der Forschung geachtet wird.

8.1.3 Veränderungen über die Zeit

Ein weiterer Punkt, der in der Zukunft beurteilbar wird, ist die Veränderung über die Zeit. Mit den nächsten Umfragen wird es erste Vergleichsmöglichkeiten geben. Bleiben die Fragen die gleichen, können Aussagen über Veränderungen und Trends gemacht werden. So wird oft vorausgesetzt, dass es einen Trend in Richtung ökoeffizienter Produktion gibt. Diese Vermutung kann mit der nächsten Umfrage einer Prüfung unterzogen werden. Deshalb ist es auch wichtig, neben wichtigen neuen Fragen, wie zu ökologisch weniger belastenden Produktion, auch die Vergleichbarkeit mit der Umfrage von 2009 zu gewährleisten.

8.2 Entwicklung von Ökologie in Unternehmen

Für die Zukunft stellt sich die Frage der Relevanz von Themen wie Energieeffizienz, Schadstoffausstoß und Ressourcenschonung bei der Produktion in Unternehmen und Organisationen. Erst mit dem Auftreten dieser Konzepte ergibt sich die Möglichkeit, sie zu studieren. Ein häufiges Auftreten gibt den Untersuchungen zusätzliche Relevanz. Sieht man sich die derzeitigen Diskussionen und die schon vorhandenen Auswirkungen des Klimawandels an wird klar, dass die Zukunft der Industrie in einer ökologischeren Produktion und in ökologischeren Produkten liegt.

¹OECD (2009b) S.267.

²OECD (2009b) S.267.

In dieser Arbeit konnte also gezeigt werden, dass es Zusammenhänge zwischen Ökoeffizienz, Innovation und Betriebserfolg gibt. Auch wenn die ersteren nicht unbedingt wirtschaftlichen Erfolg bedingen, zeigt sich doch, dass modernes und damit erfolgreiches Management schon jetzt die Notwendigkeit von Ökologie und Innovation erkennt. Insofern ist das Konzept der Ökoinnovation ein Zukunftskonzept, das selbst weiter erforscht und entwickelt werden muss.

9 Fazit

9.1 Grundsätzliches

Das Feld des betrieblichen Umweltschutzes zeigt sich äußerst lebendig. Seit mehr als zwanzig Jahren gibt es Konzepte, die immer weiter entwickelt werden. Beginnend bei dem Wunsch nach Vermeidung von Umweltschäden ist man heute in der Situation, den gesamten Fokus eines Unternehmens zu verändern. Das Thema ist in den großen überstaatlichen Organisationen angekommen – ja, diese sind sogar federführend, wie die Studie der OECD¹ oder das EU-Förderprogramm CIP² zeigen.

Dabei kam es in den letzten Jahren mehrmals zu einem Begriffswandel. Umweltschutz, cleaner production, Ökoeffizienz, Ökoeffektivität, Klimaschutz und Ökoinnovation gehen letztlich in die gleiche Richtung. Dass sich die Betrachtungsweisen, Techniken und Erkenntnisse laufend wandeln, sollte einen nicht verwundern. Es darf nicht vergessen werden, wie jung der Gedanke ist, beim Produzieren eines Gutes noch auf etwas anderes Acht zu geben als auf das Gut selbst.

In dieser Arbeit sollten vor allem die Zusammenhänge zwischen Innovation, Ökoeffizienz und wirtschaftlichem Erfolg in Industrieunternehmen untersucht werden. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass Innovation und Ökoeffizienz in einem Unternehmen Gegenstand der Unternehmensstrategie sind. Als solche beeinflussen sie den Betriebserfolg. Diese Hypothese sollte, aufgeteilt in mehrere Detailfragen, empirisch untersucht werden. Als Grundlage fungierte die vom AIT durchgeführte Umfrage in über 300 produzierenden Unternehmen aus Österreich, die im Anhang dokumentiert ist.

9.2 Erkenntnisse zur Auswertung der Umfrage

Die Größe der teilnehmenden Unternehmen verteilte sich wie erwartet. Die meisten Unternehmen waren Klein- und Mittelbetriebe, dazu kamen einige Großunternehmen. Gegenüber dem Österreichischen Durchschnitt fiel vor allem der starke Anteil an mittleren

¹OECD (2009b).

²http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/index_en.htm

Unternehmen auf. Dies stimmt sowohl für den Umsatz als auch für die Mitarbeiteranzahl. Die Firmen wurden in acht Branchen zusammengefasst, wobei die meisten aus der Metall oder der Maschinen- Fahrzeugbranche kamen. Jeweils rund 60 Teilnehmer waren aus diesen Bereichen, die anderen Branchen machten je ca. 30 Teilnehmer aus.

Die Umsatzrendite war bei über 85% der Teilnehmer positiv, fast die Hälfte konnte im Jahr 2008 eine Umsatzrendite von über 5% erzielen. Große Unternehmen schnitten hier besser ab. Aus Branchensicht waren die Maschinen- und Fahrzeugbranche und die Chemiebranche am erfolgreichsten.

Nach den Basisdaten sollten vor allem die Ökoeffizienz und die Innovationskraft der Unternehmen untersucht werden. Zuerst stellte sich die Frage, was unter den Begriffen zu verstehen ist und vor allem, was Betriebe ausmacht, die als „ökoeffizient“ oder „innovativ“ beschrieben werden können.

Ökoeffizienz

Zur Frage der Ökoeffizienz wurde die Verwendung von als ökoeffizient klassifizierten Produktionstechnologien untersucht. Es ergaben sich große Unterschiede. Von zehn Technologien wurden drei häufiger als andere von den Unternehmen eingesetzt: Elektromotoren mit Drehzahlbegrenzung, Rückgewinnung von Energie und Steuerungskonzepte zur Maschinenabschaltung. Diese drei Techniken zielen alle auf den gleichen Bereich ab. Sie verbindet, dass sie sich in die Kategorie „Energiesparen“ einteilen lassen. Wir können vermuten, dass in Bezug auf Ökologie für die Unternehmen derzeit vor allem die Energieeffizienz interessant ist. Die meisten ökoeffizienten Technologien, die in der Umfrage behandelt werden, sollen Energie sparen. Ökoeffiziente Produktion hat aber auch mit Materialeffizienz zu tun, wie ja die Techniken „Einsatz von Recyclingmaterialien“ und „Produktrücknahme nach Nutzung“, die beide auch im Fragebogen stehen, zeigen. Es wäre für zukünftige Befragungen interessant, weitere Techniken zur Verringerung der Inputs auf Rohstoffseite in die Liste aufzunehmen.

Die drei meistverwendeten Techniken werden über alle Branchen relativ gleichmäßig genutzt. Deutlichere Unterschiede könnte man feststellen, wenn nach branchenspezifischeren Techniken gefragt wird. Deshalb wäre es sicher mit relevanten Ergebnissen verbunden, würden speziellere Fragebögen für einzelne Branchen zusammengestellt.

Zählt man nur die Anzahl der verwendeten Techniken und berücksichtigt die Intensität ihrer Verwendung, kann ausgedrückt werden, ob ein Unternehmen gewisse Möglichkeiten zur öko- und energieeffizienteren Produktion nützt. Dabei zeigt sich, dass größere Unternehmen signifikant mehr ökoeffiziente Techniken einsetzen als kleinere. Da andere Werte fehlen, mit denen die Ökoeffizienz eines Unternehmens oder seiner Produktion bestimmt werden können, wie die Inputs und Outputs (erwünschte und unerwünschte), bleibt die eben beschriebene Verwendung von ökoeffizienten Techniken die einzige Möglichkeit zu sagen, ob ein Unternehmen ökoeffizient produziert.

Innovation

Bei der Bestimmung von Innovation in Unternehmen gibt es grundsätzlich drei Gebiete, die untersucht werden können und die bestimmen, ob ein Unternehmen innovativ ist. Zum einen geht es um den Inputfaktor Forschung und Entwicklung (F&E), von dem abhängt, ob ein Unternehmen überhaupt neue Innovationen kreieren kann. Weiters kann die Innovation in der Herstellung untersucht werden, das heißt, wie modern die Produktionsmethoden und die Organisation sind. Zuletzt ist das dritte Maß, die tatsächlich am Markt befindlichen Innovationen, zu nennen. Es stellt wohl die wichtigste Kategorie dar, denn es behandelt die erreichten Outputs, sozusagen das Endergebnis.

Rund 60% der Unternehmen geben an, Forschung zu betreiben. Die Forschungsquote liegt beim überwiegenden Teil bei bis zu 6%. Zwischen den Branchen gibt es nur geringe Unterschiede, aber die Elektroindustrie verzeichnet die durchschnittlich höchste Quote.

Von den verschiedenen innovativen Produktionsmethoden nutzen 80% der Unternehmen zumindest eine. Mehr als die Hälfte der Betriebe nutzen zwischen 2 und 5 Technologien.

Rund die Hälfte der Unternehmen vertreibt derzeit Produkte, die für den Markt neu sind, also das Potential haben, Innovationen zu sein. Der Umsatzanteil dieser Produkte liegt bei rund 12%. Das zeigt, dass Marktneuheiten meist keinen bestimmenden Einfluss auf den Gesamtumsatz haben. Das konnte auch erwartet werden, da es immer eine gewisse Zeit braucht, bis Produkte hohe Umsätze erzielen können. Meist finden sich bei einem steigenden Geschäft auch schnell Nachahmer, sodass eine Marktneuheit nicht lange eine solche bleibt. Betriebsgröße oder Branche scheinen keine Auswirkung auf den Umsatzanteil innovativer Produkte zu haben.

Zusammenhänge

Mit dem Datenmaterial konnten mehrere Modelle erstellt werden, die auf die Hypothesen aufbauen, die zu Beginn formuliert wurden. Es konnte gezeigt werden, dass die Forschungsquote über Firmen mit unterschiedlichen Umsätzen konstant bleibt, die absoluten Ausgaben steigen also mit der Höhe des Umsatzes. Bei der Maschinen- und Fahrzeugbranche steigt sogar die Forschungsquote mit der Höhe des Umsatzes.

Die Umsatzsteigerungen haben auch Auswirkungen auf die Höhe der Forschung. Unternehmen, die hier höhere Steigerungen hatten, investierten auch mehr Geld in die Forschung. Dies trifft insbesondere auf Unternehmen aus der Elektrobranche zu.

In Bezug auf den Zusammenhang von Ökoeffizienz und Innovation ließ die Datelage nur zu, die Produktionstechniken zu vergleichen. Inputs und Outputs konnten nicht gegenübergestellt werden, da diese nur in Bezug auf die Innovation (Forschung, Marktneuheiten) gegeben waren. Dies ist ein Punkt, der in Zukunft mehr Berücksichtigung finden muss, um bessere Aussagen treffen zu können, wie sehr Unternehmen ökologi-

sche Ziele verfolgen und wie sich dies auf Innovation und Erfolg auswirkt. Doch auch die Analyse der Techniken bringt ein Erkenntnis, die das postulierte Modell stützt. Es konnte gezeigt werden, dass Unternehmen, die ökoeffizient produzieren auch innovativer in ihrer Produktion agieren. Dass es diesen Zusammenhang gibt zeigt, dass Innovation und Ökoeffizienz in der Produktion heutzutage in den strategischen Entscheidungen der Unternehmen eng verknüpft sind.

Ein weiteres Ergebnis der Untersuchung ist, dass umsatzstärkere Unternehmen auch ökoeffizienter produzieren. Dies hängt wohl auch damit zusammen, dass in großen Betrieben mehr Möglichkeiten vorhanden sind, verschiedenste Techniken einzusetzen, alleine aufgrund der Größe der Produktion. Das kann allerdings nicht der alleinige Grund sein, denn gerade der Blick in andere Länder zeigt, dass große Unternehmen nicht automatisch umweltfreundlich oder modern produzieren.

Ökoeffiziente Produktion hat allerdings keine Auswirkungen auf die Rendite. Dies konnte so auch erwartet werden. Wir gehen zwar davon aus, dass Ökoeffizienz die Rendite positiv beeinflussen könnte, allerdings bezieht sich dies vor allem auf ökoeffiziente Produkte, von denen man annimmt, dass der Markt sie verlangt. Einzelne Produktionstechniken werden aber wohl nur geringe Auswirkungen auf den Betriebserfolg haben. Gleichzeitig kann man aber auch festhalten, dass moderne, ökoeffiziente Produktion (die möglicherweise teurer in der Einführung ist), zumindest keine negativen Auswirkungen auf die Rendite haben dürfte.

9.3 Schlussfolgerungen

Das Thema Ökoeffizienz hat in der Industrie einen bedeutenden Stellenwert. Die Verbindung mit Innovation, einem schon seit langer Zeit als wesentlich begriffenen Teil des Unternehmertums, kann dabei nur gut tun. Damit wird umweltbewusstes Handeln zu einem noch stärkeren und vor allem zukunftssträchtigeren Thema als bisher. Die Erkenntnis, dass ökologisches Denken für die Zukunft der Unternehmen entscheidend ist, greift langsam um sich. Diese Entwicklung steht noch am Beginn, was auch dadurch unterstrichen wird, dass die Fragen zur Öko- und Energieeffizienz in diesem Fragebogen erst jetzt zum ersten Mal gestellt wurden. Darin ging es vor allem um innovative Produktion, in Zukunft wird es wohl aber auch immer stärker um die Produkte selbst gehen. Die Frage, wie hoch der Anteil an ökologisch unbedenklichen (ökoeffektiven?) Produkten am Umsatz ist, kann mittlerweile berechtigt gestellt werden. Ökoeffizienz wird nicht mehr als lästiges Anhängsel empfunden, sondern wird Teil der Unternehmensstrategie. In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass diese Entwicklung stattfindet, auch wenn sie wohl noch am Beginn steht.

Der starke Fokus auf Ökoeffizienz manifestiert sich auch in den staatlichen Organisationen. Gerade auch die EU zeigt mit ihrer Initiative für Öko-Innovation, dass die Thematik nicht mehr nur in Randbereichen diskutiert wird.

Für Österreich stellt sich die Frage, wie sehr das Land, gerade auch von Seiten der Industrie, an diesem Zukunftsthema teilhaben will. In Österreich sieht man sich gern den besten Europas, was die „saubere“ Produktion betrifft. Will man auch in Zukunft eine führende Position inne haben, wird es mitentscheidend sein, Ökoeffizienz und Innovation als verwandte Themen zu begreifen. Ob wir es schaffen, diese beiden Bereiche zu verbinden und für unsere Wirtschaftsentwicklung zu nutzen, werden die nächsten Jahre zeigen.

A Anhang

- g00edv Fragebogen-Nummer (national)
- batchno Fragebogen-Nummer (EMS)
- g00land Land
- g00_wz2 Branche 2-Steller (WZ 2003 - NACE Rev. 1.1)
- g00nace Branche (WZ 2003 - NACE Rev. 1.1)
- plz PLZ
- g21b_7 Betriebsgröße (7 Kategorien)
- g21b_3 Betriebsgröße (3 Kategorien)
- g21b_kmu KMU vs. Nicht-KMU
- g21b_ent Entwicklung der Beschäftigten zw. 2006 und 2008 [% pro Jahr]
- g21a_ent Entwicklung des Umsatzes zw. 2006 und 2008 [% pro Jahr]
- g21wert Wertschöpfung (Umsatz-Vorleistung je MA) [Tsd. Euro]
- g21ftief Fertigungstiefe

ng von Modernisierungsmaßnahmen in der Produktion zu erfassen.
innovativer Organisations- und Technikkonzepte bei der Herstellung
ungsindikatoren, wie Produktivität, Flexibilität und Qualität erfragt.

abe im Produzierenden Bereich (ÖNACE-Code 15-37) mit mindestens

ei Ihnen realisiert werden, sind Ihre Angaben für uns sehr wertvoll.
vertraulich behandelt und unterliegen dem Datenschutz.
zum Gelingen dieser Umfrage bei!

Danken wir Ihnen im Voraus recht herzlich!

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mag. Wolfram Rhomberg
Tel. : 050550-4565
E-Mail: ems@arcs.ac.at

X (1) 15

Industrieroboter

1. Wie wichtig sind für Ihren Betrieb die folgenden Wettbewerbsfaktoren, um sich von der Konkurrenz abzugrenzen?
(Bitte bringen Sie diese in eine eindeutige Rangfolge von 1 bis 6, 1 = wichtigster)

g01a

Preis des Produkts (1) (1-6) g01a1

Qualität des Produkts (2) (1-6) g01a2

Innovative Produkte (3) (1-6) g01a3

Anpassung der Produkte an Kundenwünsche (4) (1-6) g01a4

Termintreue/ kurze Lieferzeiten (5) (1-6) g01a5

Dienstleistungen/ Service (6) (1-6) g01a6

2. Welche Bedeutung haben die folgenden Maßnahmen aktuell für die Modernisierung Ihrer Produktion?
(Bitte bringen Sie die folgenden Maßnahmen in eine eindeutige Rangfolge von 1 bis 3, 1 = wichtigste)

g02a

Investition in Maschinen/ Anlagen/Informationstechnik (1) (1-3) g02a1

Organisatorische Maßnahmen (Aufbau-/Ablauforganisation) (2) (1-3) g02a2

Personelle Maßnahmen (Qualifizierung) (3) (1-3) g02a3

3. Welche der folgenden Techniken werden in Ihrem Betrieb derzeit genutzt?

Nein	Techniken in Ihrem Betrieb	Ja	erstmalsiger Einsatz (Jahr) ¹	Umfang des genutzten Potenzials ² (g=gering/m=mittel/h=hoch)	Vorrangiges Ziel der Nutzung				
					Qualitäts-/ Genauigkeitssteigerung	Kosten-/ Produktivitätsverbesserung	Flexibilitätssteigerung	Produktinnovation	
	Automatisierung & Verkettung								
0	Vernetzung von Konstruktion/Gestaltung/Design mit Maschinenprogrammierung (CAD-CAM) g03a1	1	19/20	g03a2	1 2 3	g03a4	g03a5	g03a6	g03a7
0	Industrieroboter/Handhabungssysteme in der Fertigung und Montage g03b1	1	19/20	g03b2	g03b3	g03b4	g03b5	g03b6	g03b7
0	Prozessintegrierte Qualitätskontrolle (z.B. durch Laser, Ultraschall, Bildverarbeitung) g03c1	1	19/20	g03c2	g03c3	g03c4	g03c5	g03c6	g03c7
0	Radio Frequency Identification (RFID) Einsatz in der internen/externen Logistik g03d1	1	19/20	g03d2	g03d3	g03d4	g03d5	g03d6	g03d7
0	Automatisierte Lagerverwaltungssysteme zur Steuerung der internen Logistik und Kommissionierung g03e1	1	19/20	g03e2	g03e3	g03e4	g03e5	g03e6	g03e7
	Bearbeitungs- und Herstellungstechniken								
0	Laser als Werkzeug (z.B. Schneiden, Schweißen, Umformung, Mikrostrukturierung) g03f1	1	19/20	g03f2	g03f3	g03f4	g03f5	g03f6	g03f7
0	Trockenbearbeitung/Minimalschmierverfahren g03g1	1	19/20	g03g2	g03g3	g03g4	g03g5	g03g6	g03g7
0	Rapid Prototyping oder Tooling (z. B. Laser, Stereolithographie, 3-D-Druckverfahren) g03h1	1	19/20	g03h2	g03h3	g03h4	g03h5	g03h6	g03h7
0	Bio-/gentechnologische Verfahren (z.B. Katalysatoren, Bioreaktoren) g03i1	1	19/20	g03i2	g03i3	g03i4	g03i5	g03i6	g03i7
0	Verarbeitung von neuartigen Werkstoffen (z.B. Verbundwerkstoffe, nachwachsende Rohstoffe) g03k1	1	19/20	g03k2	g03k3	g03k4	g03k5	g03k6	g03k7

Fortsetzung von voriger Seite

Nein	Techniken in Ihrem Betrieb	Ja	erstmaliger Einsatz (Jahr) ¹	Umfang des genutzten Potenzials ² (g=gering/m=mittel/h=hoch)	Vorrangiges Ziel der Nutzung						
					Qualitäts-/Genauigkeitssteigerung	Kosten-/Produktivitätsverbesserung	Flexibilitätssteigerung	Produktinnovation			
Digitale Fabrik / IT-Vernetzung											
<input type="radio"/>	Digitaler Austausch von Dispositionsdaten mit Zulieferern bzw. Kunden (Supply Chain Management-Systeme)	<input type="radio"/>	19/20	g03l2	1	2	3	0/1	0/1	0/1	0/1
<input type="radio"/>	Zentrales Produktionsleitsystem/Manufacturing Execution System (MES) (d.h. Kopplung PPS/ERP mit BDE, CAM)	<input type="radio"/>	19/20	g03m2	g	g	g	g	g	g	g
<input type="radio"/>	Virtual Reality und/oder Simulation für Produktion und/oder Entwicklung	<input type="radio"/>	19/20	g03n2	g	g	g	g	g	g	g

Erläuterungen:

- Das Jahr, in dem diese Technik in Ihrem Betrieb erstmals eingesetzt wurde (Bei Unsicherheit, bitte geschätzte Jahresangabe).
- Tatsächliche Nutzung in Bezug zur maximal sinnvollen Nutzungsmöglichkeit in Ihrem Betrieb: Umfang des genutzten Potenzials "gering" für erst in Ansätzen genutzt, "mittel" für teilweise ausgeschöpft und "hoch" für in großem Umfang ausgeschöpft.

3.2 Nutzen Sie in Ihrem Betrieb andere innovative Technikkonzepte?

<input type="radio"/>	nein	<input type="radio"/>	ja → Welche?	1)	<input type="text" value="g03p1x"/>	<input type="text" value="g03p1"/>	erstmaliger Einsatz (Jahr)	19/20	<input type="text" value="g03p2"/>
<input type="radio"/>				2)	<input type="text" value="g03q1x"/>	<input type="text" value="g03q1"/>	erstmaliger Einsatz (Jahr)	19/20	<input type="text" value="g03q2"/>

4.1 Angesichts knapper werdender Energie- und Rohstoffressourcen wird über Techniken oder technologische Konzepte zur Senkung des Energie- oder Ressourcenverbrauchs in der Produktion gesprochen. Welche der folgenden Techniken und Konzepte werden derzeit in Ihrer Produktion genutzt?

Nein	Techniken/Konzepte	Ja	Nutzungsgrad ¹ (g=gering/m=mittel/h=hoch)	Nein	Techniken/Konzepte	Ja	Nutzungsgrad ¹ (g=gering/m=mittel/h=hoch)
<input type="radio"/>	Steuerungskonzept zur Abschaltung von Maschinen in Schwachlastzeiten	<input type="radio"/>	g05a2	<input type="radio"/>	Rückgewinnung von Bewegungs- oder Prozessenergie	<input type="radio"/>	g05f2
<input type="radio"/>	Elektromotoren mit Drehzahlregelung	<input type="radio"/>	g05b2	<input type="radio"/>	Kraft-Wärme(-Kälte)-Kopplung	<input type="radio"/>	g05g2
<input type="radio"/>	Druckluftcontracting	<input type="radio"/>	g05c2	<input type="radio"/>	Reststoffe zur internen Energieerzeugung	<input type="radio"/>	g05h2
<input type="radio"/>	Einsatz von Hocheffizienzpumpen	<input type="radio"/>	g05d2	<input type="radio"/>	Einsatz von Recyclingmaterial zur Produktherstellung	<input type="radio"/>	g05i2
<input type="radio"/>	Wärmearme Fügeverfahren	<input type="radio"/>	g05e2	<input type="radio"/>	Produktrücknahme nach Nutzung durch die Kunden	<input type="radio"/>	g05k2

Erläuterung:

- Tatsächliche Nutzung in Bezug zur maximal sinnvollen Nutzungsmöglichkeit in Ihrem Betrieb: Umfang des genutzten Potenzials "gering" für erst in Ansätzen genutzt, "mittel" für teilweise ausgeschöpft und "hoch" für in großem Umfang ausgeschöpft.

4.2 Setzen Sie ein Umweltkennzahlensystem ein? (z.B. ISO 14031, EMAS etc.)

nein ja →

Erstmaliger Einsatz (Jahr)

4.3 Wie hoch waren die gesamten Energiekosten Ihres Betriebes im Jahr 2008?

Ausgaben für Energie (Strom, Gas, Öl, Fernwärme etc.) Tsd. EUR

4.4 Kooperieren Sie mit anderen Betrieben bzw. Unternehmen im Bereich von Energie bzw. der Verwertung von Produktionsreststoffen? (Unter Kooperation verstehen wir eine kontinuierliche Zusammenarbeit jenseits von einmaligen Auftragsbeziehungen)

Verwendung/Lieferung von Abwärme von bzw. an andere Betriebe/Unternehmen (im Rahmen eines Verbundes)	nein <input type="radio"/> ja <input type="radio"/>	<input type="text" value="g05n1"/>	Verwertung/Lieferung von Produktionsreststoffen von bzw. an andere Betriebe/Unternehmen (nicht zu Verwertungsunternehmen)	nein <input type="radio"/> ja <input type="radio"/>	<input type="text" value="g05n2"/>
--	---	------------------------------------	---	---	------------------------------------

4.5 Wie effizient nutzt Ihr Betrieb Material und Energie in der Produktion im Vergleich zu anderen Betrieben Ihrer Branche? (1 = deutlich weniger effizient, 5 = deutlich effizienter)

deutlich weniger effizient 1 — eher weniger effizient 2 — vergleichbar effizient 3 — eher effizient 4 — deutlich effizienter 5

4.6 Wieviel Prozent Ihres Energie- und Materialverbrauchs könnten Sie in der Produktion einsparen, wenn Sie die heute verfügbaren technischen Möglichkeiten ausnutzen würden? Setzen Sie dafür den heutigen Verbrauch Ihres Betriebes mit 100% an.

Einsparpotenzial bei Energieverbrauch (Strom, Gas, Öl, Fernwärme etc.) ca. %

Einsparpotenzial bei Materialverbrauch ca. %

5.1 Haben Sie seit 2006 neue Produkte auf den Markt gebracht, die für Ihren Betrieb neu waren oder wesentliche technische Verbesserungen enthielten?
(z.B. durch Verwendung neuer Werkstoffe, Änderungen der Produktfunktion, Änderungen der Wirkungsweise etc.)

nein ja → Welchen Umsatzanteil hatten diese Produkte im Jahr 2008? ca. %

→ Wie lange dauerte es im Durchschnitt, ein solches neues Produkt zu entwickeln? ca. Monate
 (von der Ideenfindung bis zur Markteinführung)

5.2 Waren unter den seit 2006 neu eingeführten Produkten auch Marktneuheiten, die Ihr Betrieb als erster Anbieter im Markt eingeführt hat?

nein ja → Welchen Umsatzanteil hatten diese Produkte im Jahr 2008? ca. %

5.3 Haben Sie Produkte in Ihrem Produktprogramm, die Sie schon über 10 Jahre anbieten?

nein ja → Welchen Umsatzanteil hatten diese Produkte im Jahr 2008? ca. %

6.1 Welche der folgenden Organisationskonzepte werden in Ihrem Betrieb derzeit genutzt?

Nein	Organisationskonzepte g08a1	Ja	erstmaliger Einsatz (Jahr) ¹	Umfang des genutzten Potenzials ² (g=gering/m=mittel/h=hoch)	Vorrangiges Ziel der Nutzung			
					Qualitäts-/Genauigkeitssteigerung	Kosten-/Produktivitätsverbesserung	Flexibilitätssteigerung	Produktinnovation
Arbeitsorganisation								
<input type="radio"/>	Gruppenarbeit in der Produktion	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08a2"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="g08a4"/> <input type="text" value="0/1"/>	<input type="text" value="g08a5"/> <input type="text" value="0/1"/>	<input type="text" value="g08a6"/> <input type="text" value="0/1"/>	<input type="text" value="g08a7"/> <input type="text" value="0/1"/>
<input type="radio"/>	Aufgabenintegration (planende, steuernde oder kontrollierende Funktionen beim ...)	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08b2"/> <input type="text" value="g08b3"/>	<input type="text" value="g08b4"/>	<input type="text" value="g08b5"/>	<input type="text" value="g08b6"/>	<input type="text" value="g08b7"/>
<input type="radio"/>	Abteilungsübergreifende temporäre Projektteams	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08c2"/> <input type="text" value="g08c3"/>	<input type="text" value="g08c4"/>	<input type="text" value="g08c5"/>	<input type="text" value="g08c6"/>	<input type="text" value="g08c7"/>
Produktionsorganisation								
<input type="radio"/>	Produktionsorganisation in kunden- oder produktbezogenen Einheiten (statt ...)	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08d2"/> <input type="text" value="g08d3"/>	<input type="text" value="g08d4"/>	<input type="text" value="g08d5"/>	<input type="text" value="g08d6"/>	<input type="text" value="g08d7"/>
<input type="radio"/>	Innerbetriebliches Null-Puffer-Prinzip (z.B. KANBAN)	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08e2"/> <input type="text" value="g08e3"/>	<input type="text" value="g08e4"/>	<input type="text" value="g08e5"/>	<input type="text" value="g08e6"/>	<input type="text" value="g08e7"/>
<input type="radio"/>	Total Cost of Ownership (TCO) - Bewertung von Investitionen unter Berücksichtigung der gesamten Lebensdauerkosten	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08f2"/> <input type="text" value="g08f3"/>	<input type="text" value="g08f4"/>	<input type="text" value="g08f5"/>	<input type="text" value="g08f6"/>	<input type="text" value="g08f7"/>
Standardisierung, Wissensmanagement								
<input type="radio"/>	Qualitätszirkel	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08g2"/> <input type="text" value="g08g3"/>	<input type="text" value="g08g4"/>	<input type="text" value="g08g5"/>	<input type="text" value="g08g6"/>	<input type="text" value="g08g7"/>
<input type="radio"/>	Wissensbilanzen (Dokumentation aktueller abgeforderter Qualifikationen der Beschäftigten)	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08h2"/> <input type="text" value="g08h3"/>	<input type="text" value="g08h4"/>	<input type="text" value="g08h5"/>	<input type="text" value="g08h6"/>	<input type="text" value="g08h7"/>
<input type="radio"/>	Zertifizierung nach ISO 9000 ff.	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08i2"/> <input type="text" value="g08i3"/>	<input type="text" value="g08i4"/>	<input type="text" value="g08i5"/>	<input type="text" value="g08i6"/>	<input type="text" value="g08i7"/>
Arbeitszeit, Entlohnung								
<input type="radio"/>	Jahresarbeitszeitkonten zur Flexibilisierung der Arbeitszeit	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08k2"/> <input type="text" value="g08k3"/>	<input type="text" value="g08k4"/>	<input type="text" value="g08k5"/>	<input type="text" value="g08k6"/>	<input type="text" value="g08k7"/>
<input type="radio"/>	Entlohnungsmodelle mit Gruppenprämien	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08l2"/> <input type="text" value="g08l3"/>	<input type="text" value="g08l4"/>	<input type="text" value="g08l5"/>	<input type="text" value="g08l6"/>	<input type="text" value="g08l7"/>
<input type="radio"/>	Möglichkeit der finanziellen Beteiligung aller Beschäftigten (z.B. Gewinnbeteiligung, Aktienplan etc.)	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08m2"/> <input type="text" value="g08m3"/>	<input type="text" value="g08m4"/>	<input type="text" value="g08m5"/>	<input type="text" value="g08m6"/>	<input type="text" value="g08m7"/>
Personalmanagement, Führung								
<input type="radio"/>	Regelmäßige Personalentwicklungsgespräche	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08o2"/> <input type="text" value="g08o3"/>	<input type="text" value="g08o4"/>	<input type="text" value="g08o5"/>	<input type="text" value="g08o6"/>	<input type="text" value="g08o7"/>
<input type="radio"/>	Weiterbildung als eigener Verantwortungsbereich im Personalwesen	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08p2"/> <input type="text" value="g08p3"/>	<input type="text" value="g08p4"/>	<input type="text" value="g08p5"/>	<input type="text" value="g08p6"/>	<input type="text" value="g08p7"/>
<input type="radio"/>	Möglichkeit für Beschäftigte zu Hause zu arbeiten (Telearbeit)	<input checked="" type="radio"/>	19/20	<input type="text" value="g08q2"/> <input type="text" value="g08q3"/>	<input type="text" value="g08q4"/>	<input type="text" value="g08q5"/>	<input type="text" value="g08q6"/>	<input type="text" value="g08q7"/>

Erläuterungen:

- Das Jahr, in dem dieses Organisationskonzept in Ihrem Betrieb erstmals eingesetzt wurde (Bei Unsicherheit, bitte geschätzte Jahresangabe).
- Tatsächliche Nutzung in Bezug zur maximal sinnvollen Nutzungsmöglichkeit in Ihrem Betrieb: Umfang des genutzten Potenzials "gering" für erst in Ansätzen genutzt, "mittel" für teilweise ausgeschöpft und "hoch" für in großem Umfang ausgeschöpft.

6.2 Nutzen Sie in Ihrem Betrieb andere innovative Organisationskonzepte? Originaleingaben gespeichert unter: xg08r, xg08s1x, xg08t1x

nein ja → Welche?

	1)	<input type="text" value="g08s1x"/>	<input type="text" value="g08s1"/>	erstmaliger Einsatz (Jahr)	$\frac{19}{20}$	<input type="text" value="g08s2"/>
	2)	<input type="text" value="g08t1x"/>	<input type="text" value="g08t1"/>	erstmaliger Einsatz (Jahr)	$\frac{19}{20}$	<input type="text" value="g08t2"/>

7.1 Welche der folgenden produktbegleitenden Dienstleistungen bieten Sie Ihren Kunden an?

	nein	ja		nein	ja
Planung, Beratung, Projektierung (inkl. Forschung und Entwicklung für den Kunden)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	g10a	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Technische Dokumentation (Setup, Bedienung, Wartung)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	g10b	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Erstellung von Software	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	g10c	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Leasing, Vermietung, Finanzierung	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	g10d	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
				<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
				<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
				<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
				<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

7.2 Wenn Sie produktbegleitende Dienstleistungen anbieten - wie hoch war der damit erzielte Umsatzanteil im Jahr 2008?

Umsatzanteil 2008 aus direkt in Rechnung gestellten Dienstleistungen ca. %

Umsatzanteil 2008 aus indirekt über den Produktpreis berechneten Dienstleistungen ca. %

g10i ————— g10sum ————— g10k

7.3 Haben Sie seit 2006 Ihren Kunden neue produktbegleitende Dienstleistungen angeboten, die für Ihren Betrieb neu waren oder wesentliche Verbesserungen enthielten?

nein ja → Welchen Umsatzanteil erzielten Sie im Jahr 2008 direkt oder indirekt mit diesen seit 2006 neu angebotenen Dienstleistungen?

ca. %

7.4 Wenn Sie seit 2006 produktbegleitende Dienstleistungen neu angeboten haben - wer hat diese entwickelt und ausgearbeitet?

		①	②	③	④	⑤
		federführend	maßgeblich beteiligt	in geringerem Maße beteiligt	nicht beteiligt	Abteilung nicht vorhanden
Vertrieb, Marketing	g10n	g10n1 <input type="text" value="0/1"/>	g10n2 <input type="text" value="0/1"/>	g10n3 <input type="text" value="0/1"/>	g10n4 <input type="text" value="0/1"/>	g10n5 <input type="text" value="0/1"/>
Kundenservice	g10o	g10o1	g10o2	g10o3	g10o4	g10o5
Forschung, Produktentwicklung	g10p	g10p1	g10p2	g10p3	g10p4	g10p5
Geschäftsleitung	g10q	g10q1	g10q2	g10q3	g10q4	
Sonstige/ Externe	g10rx	g10r1	g10r2	g10r3	g10r4	
	g10r0 <input type="text" value="0/1"/>					

8 In den vorangegangenen Fragen haben Sie Angaben zu Ihren Innovationsaktivitäten in den Bereichen der Entwicklung bzw. Einführung von neuen Techniken, neuer Organisationskonzepte, produktbegleitender Dienstleistungen und neuer Produkte gemacht. Welches Gewicht messen Sie diesen Innovationsfeldern in Ihrem Betrieb bei? (Bitte bringen Sie diese in eine eindeutige Rangfolge von 1 bis 4, 1 = höchstes Gewicht)

neue Dienstleistungsangebote	neue Organisationskonzepte	neue technische Produktionsprozesse	neue Produkte
g12a	g12a2	g12a3	g12a4
g12a1 <input type="text" value="1-4"/>	g12a2 <input type="text" value="1-4"/>	g12a3 <input type="text" value="1-4"/>	g12a4 <input type="text" value="1-4"/>
①	②	③	④

9.1 Wie verteilt sich das Personal Ihres Betriebes hinsichtlich der Qualifikation?

Universität, Fachhochschule	ca.	<input type="text" value="g16a1_a"/>	%	}	=100%
Höhere Schule mit Matura (HTL, HAK, HBLA, AHS), Meisterprüfung	ca.	<input type="text" value="g16a2_a"/>	%		
Abgeschlossene Lehre, Fachschule	ca.	<input type="text" value="g16a3_a"/>	%		
An- und Ungelernte	ca.	<input type="text" value="g16a4_a"/>	%		
Lehrlinge	ca.	<input type="text" value="g16a5_a"/>	%		

9.2 Wie verteilt sich das Personal Ihres Betriebes auf folgende Bereiche?

Forschung und Entwicklung	ca.	<input type="text" value="g16b1"/>	%	}	=100%
Konstruktion, Gestaltung, Design	ca.	<input type="text" value="g16b2"/>	%		
Fertigung und Montage	ca.	<input type="text" value="g16b3"/>	%		
Kundenservice	ca.	<input type="text" value="g16b4"/>	%		
Sonstige (Verwaltungsbereiche, Einkauf, Vertrieb, Instandhaltung, Arbeitsvorbereitung etc.)	ca.	<input type="text" value="g16b5"/>	%		

10.1

Hat Ihr Betrieb seit 2007 Teile der **Produktion** oder **Forschung und Entwicklung** an ausländische Standorte oder andere ausländische Unternehmen ausgelagert bzw. von dort rückverlagert? Wie wurden diese Aktivitäten ausgestaltet? (Falls Sie in mehreren Ländern aktiv waren, machen Sie bitte Angaben zu allen diesen Aktivitäten)

Auslagerung ins Ausland		aus welchen Gründen: (Mehrfachnennungen möglich)											Anzahl verlagertes Arbeitsplätze (seit 2007)			
nein	ja	an eigene Standorte im Ausland	an andere Unternehmen im Ausland	in welche(s) Land (Länder)	Personalkosten	Markterschließung	Nähe zu Schlüsselkunden	Zugang zu neuem Wissen/technologie/Clustern	Steuern, Abgaben, Subventionen	Mangel an qualifizierten Fachkräften	Transport-/Logistikkosten	Nähe zu bereits verlagertes Produktion	Gesamt (Anzahl)			
Auslagerung von Teilen der Produktion seit 2007																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15a1"/>	<input type="text" value="g15a2"/>	<input type="text" value="g15a3"/>	<input type="text" value="g15a4x"/>	<input type="text" value="g15a4_an"/>	<input type="text" value="g15a4_co"/>	<input type="text" value="g15a5"/>	<input type="text" value="g15a6"/>	<input type="text" value="g15a7"/>	<input type="text" value="g15a8"/>	<input type="text" value="g15a9"/>	<input type="text" value="g15a10"/>	<input type="text" value="g15a11"/>	<input type="text" value="g15a12"/>	<input type="text" value="g15a13"/>
Auslagerung von Teilen der Forschung und Entwicklung seit 2007																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15b1"/>	<input type="text" value="g15b2"/>	<input type="text" value="g15b3"/>	<input type="text" value="g15b4x"/>	<input type="text" value="g15b4_an"/>	<input type="text" value="g15b4_co"/>	<input type="text" value="g15b5"/>	<input type="text" value="g15b6"/>	<input type="text" value="g15b7"/>	<input type="text" value="g15b8"/>	<input type="text" value="g15b9"/>	<input type="text" value="g15b10"/>	<input type="text" value="g15b11"/>	<input type="text" value="g15b12"/>	<input type="text" value="g15b13"/>

Rückverlagerung vom Ausland		aus welchen Gründen: (Mehrfachnennungen möglich)											Anzahl zurückverlagertes Arbeitsplätze (seit 2007)			
nein	ja	von eigenen Standorten im Ausland	von anderen Unternehmen im Ausland	aus welchem(n) Land (Ländern)	Qualität	Flexibilität, Lieferfähigkeit	Verfügbarkeit/Fluktuations qualifizierter Fachkräfte	Personalkosten	Transport-/Logistikkosten	Koordinations-/Kontrollaufwand	Nähe zu heimischer F&E	Know-how-Verlust/-Kopier-/Piraterie	Gesamt (Anzahl)			
Rückverlagerung von Teilen der Produktion seit 2007																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15c1"/>	<input type="text" value="g15c2"/>	<input type="text" value="g15c3"/>	<input type="text" value="g15c4x"/>	<input type="text" value="g15c4_an"/>	<input type="text" value="g15c4_co"/>	<input type="text" value="g15c5"/>	<input type="text" value="g15c6"/>	<input type="text" value="g15c7"/>	<input type="text" value="g15c8"/>	<input type="text" value="g15c9"/>	<input type="text" value="g15c10"/>	<input type="text" value="g15c14_d"/>	<input type="text" value="g15c12"/>	<input type="text" value="g15c13"/>
Rückverlagerung von Teilen der Forschung und Entwicklung seit 2007																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15d1"/>	<input type="text" value="g15d2"/>	<input type="text" value="g15d3"/>	<input type="text" value="g15d4x"/>	<input type="text" value="g15d4_an"/>	<input type="text" value="g15d4_co"/>	<input type="text" value="g15d5"/>	<input type="text" value="g15d6"/>	<input type="text" value="g15d7"/>	<input type="text" value="g15d8"/>	<input type="text" value="g15d9"/>	<input type="text" value="g15d10"/>	<input type="text" value="g15d14_d"/>	<input type="text" value="g15d12"/>	<input type="text" value="g15d13"/>

10.2

Hatte Ihr Betrieb zwischen 1999 und 2006 Teile der Produktion oder Forschung und Entwicklung ins Ausland verlagert bzw. von dort rückverlagert?¹

Auslagerung zwischen 1999 und 2006	nein	ja		Rückverlagerung zwischen 1999 und 2006	nein	ja	
von Teilen der Produktion	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15e"/>	von Teilen der Produktion	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15g"/>
von Teilen der Forschung und Entwicklung	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15f"/>	von Teilen der Forschung und Entwicklung	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="g15h"/>

1.1

Bitte nennen Sie uns die Branche und das Hauptprodukt bzw. die Hauptproduktgruppe Ihres Betriebes.

Branche (z.B. Textilindustrie, Chemische Industrie, Maschinenbau etc.):	Hauptprodukt(-gruppe):	Umsatzanteil mit Hauptprodukt(-gruppe)
<input type="text" value="g18ax"/>	<input type="text" value="g18bx"/>	ca. <input type="text" value="g18c"/> %

1.2

Ist Ihr Betrieb bezogen auf Ihr(e) Hauptprodukt(-gruppe) **überwiegend** Hersteller von Endprodukten, Zulieferer von Systemen, Komponenten oder Lohnfertiger? (Bitte nur eine Nennung!)

<input checked="" type="radio"/> g18d6	<input type="radio"/> g18d7	<input type="radio"/> g18d5
Hersteller von Endprodukten	Zulieferer	Lohnfertiger
<input checked="" type="radio"/> für Konsumenten	<input checked="" type="radio"/> System-zulieferer	<input checked="" type="radio"/> Lohnfertiger (z.B. für Drehen, Schweißen, Schleifen, Lackieren)
<input checked="" type="radio"/> für Betriebe	<input checked="" type="radio"/> Teile-/Komponenten-zulieferer	
<input type="text" value="g18d1"/>	<input type="text" value="g18d3"/>	<input type="text" value="g18d5"/>
<input type="text" value="g18d2"/>	<input type="text" value="g18d4"/>	

1.3

Wenn Sie Ihre Produkte an andere Betriebe verkaufen (als Endproduzent oder Zulieferer) - welcher Branche liefern Sie **überwiegend** zu? (Bitte nur eine Nennung!)

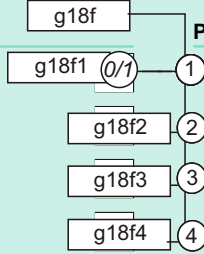
<input type="text" value="g18e1"/>	<input type="text" value="g18e2"/>	<input type="text" value="g18e3"/>	<input type="text" value="g18e4"/>	<input type="text" value="g18e5x"/>	<input checked="" type="radio"/> g18e5
Maschinenbau	Chemie	Automobilbau	Elektrotechnik	andere	

Zusätzliche Kodierung:
g18e6 ...g18e14

1.4 Welche der folgenden Charakteristiken trifft auf Ihr Hauptprodukt bzw. Ihre Hauptproduktgruppe am **ehesten** zu?

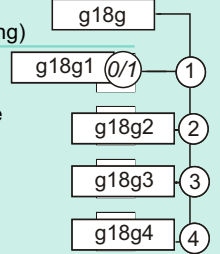
Produktentwicklung (Bitte nur **eine** Nennung)

- ◆ nach Kundenspezifikation
- ◆ als standardisiertes Grundprogramm, in dem kundenspezifische Varianten realisiert werden
- ◆ für ein Standardprogramm, aus dem der Kunde auswählen kann
- ◆ im Betrieb nicht vorhanden



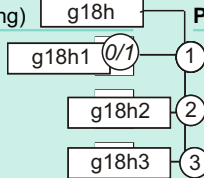
Produktfertigung/-montage (Bitte nur **eine** Nennung)

- ◆ nach Kundenauftragseingang
- ◆ in lagerorientierter Vorfertigung mit Endmontage nach Kundenauftrag
- ◆ auf Lager
- ◆ im Betrieb nicht vorhanden



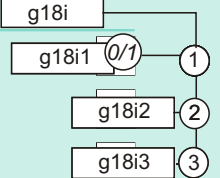
Serien- bzw. Chargengröße (Bitte nur **eine** Nennung)

- ◆ Einzelfertigung
- ◆ Klein-/Mittelserien, -chargen
- ◆ Großserien, -chargen



Produktkomplexität (Bitte nur **eine** Nennung)

- ◆ einfache Erzeugnisse
- ◆ Erzeugnisse mittlerer Komplexität
- ◆ komplexe Produkte



Charakterisieren Sie bitte die Produktion des Hauptprodukts bzw. der Hauptproduktgruppe anhand folgender Merkmale:

- Welche Zeit benötigen Sie, um das Hauptprodukt bzw. die Hauptproduktgruppe herzustellen? (Fertigungsdurchlaufzeit, von der Auftragsbelastung bis zur Fertigmeldung) ca. Arbeitstage oder Std.
- Welche Zeitspanne liegt durchschnittlich zwischen Kundenauftragseingang und Auslieferung? (Lieferzeit) ca. Kalendertage
- Wie viel Prozent der Aufträge können termingerecht ausgeliefert werden? (bestätigter Liefertermin) ca. %
- Wie viel Prozent der bei Ihnen hergestellten Produkte bzw. Zwischenprodukte müssen aufgrund einer Qualitätskontrolle einer Nachbearbeitung unterzogen werden oder sind endgültig nicht verwertbar? ca. %

Charakterisieren Sie bitte im Folgenden Ihren Betrieb.

Jahresumsatz 2008 Mio. EUR 2006 Mio. EUR

Beschäftigte (ohne Leiharbeit) 2008 Anzahl 2006 Anzahl

Hatten Sie 2008 in Ihrem Betrieb Leiharbeiter beschäftigt? nein ja → Wie viele Leiharbeiter waren im Jahresdurchschnitt 2008 in Ihrem Betrieb beschäftigt? ca. Anzahl

Vorleistungen 2008 (Kaufteile, Material, Roh- und Betriebsstoffe, Dienstleistungen) Mio. EUR Anteil der Personalkosten am Umsatz 2008 (inkl. Personalnebenkosten) %

Abschreibungen auf Maschinen und Anlagen 2008 (ohne Gebäude und Grundstücke) Mio. EUR Grad der Kapazitätsauslastung (Jahresdurchschnitt 2008) %

Umsatzrendite (vor Steuer, 2008) negativ 0 bis 2% >2 bis 5% >5 bis 10% >10% g21h

Gründungsyear des Betriebes Jahr: Haben Sie einen Betriebsrat? nein ja g21k_a

Betreiben Sie in Ihrem Unternehmen Forschung und Entwicklung (F&E) oder vergeben Sie F&E-Aufträge an externe Partner?

nein ja → Anteil der gesamten Ausgaben für F&E am Umsatz (2008) ca. %

g2112n

Waren darunter auch F&E-Leistungen, die von externen Partnern (z.B. von F&E-Dienstleistern, anderen Unternehmen, Hochschulen) bezogen wurden?

nein ja → Wie verteilen sich die Ausgaben für F&E Ihres Betriebes auf interne Aufwendungen und extern vergebene Aufträge?

g21n_int interne F&E ca. %

g21n_ext externe F&E ca. %

} =100%

Bitte schätzen Sie, woher Ihr Betrieb im Jahr 2008 die Vorleistungen bezogen und wohin er seine Produkte abgesetzt hat.

Herkunft der Vorleistungen Absatz der Produkte

Österreich ca. % Österreich ca. %

Ausland (Importe) ca. % =100% Ausland (Exporte) ca. % =100%

Vielen Dank für Ihre wertvolle Mitarbeit!

Literaturverzeichnis

- Afuah, Allan:** Innovation Management. New York: Oxford University Press, 2003
- Arundel, Anthony/Kemp, René:** Measuring eco-innovation. UNU-MERIT Working Papers 2009 Nr. 17
- Böhm, Bernhard:** Approaches to the measurement of eco-efficiency. In SOR 05 proceedings. Ljubljana, 2005
- Böhm, Bernhard:** Ökonometrie für Wirtschaftsinformatik, Vorlesungsskriptum. Wien: Technische Universität Wien, Institut für Wirtschaftsmathematik, 2010
- Bleischwitz, Raimund (Hrsg.):** Eco-efficiency, regulation and sustainable business : towards a governance structure for sustainable development. Cheltenham: Elgar, 2004
- Braungart, Michael:** Einfach intelligent Produzieren. Berlin: Berliner Taschenbuch Verl.-Ges., 2008a
- Braungart, Michael (Hrsg.):** Die nächste industrielle Revolution. Hamburg: Europ. Verl.-Anst., 2008b
- Bukacek, Bernd:** Das Konzept der Öko-Effizienz. Wien, 2005
- Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.:** Deutsche kaufen 2006 erstmals mehr Flachbildfernseher als Röhrengeräte. Presseinformation, 2007, http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Presseinfo_Digital-TV_22.01.2007.pdf, Abgerufen am 15.08.2011
- Ceruzzi, Paul E.:** A history of modern computing. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1999
- CIP Öko-Innovation:** Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen 2010: Projekte zur erstmaligen Anwendung oder zur Umsetzung von Technologie in marktfähige Produkte. Brüssel: Europäische Kommission, 2010

- Daft, Richard L.:** Organization theory and design. 10. Auflage. Mason, OH: South-Western Cengage Learning, 2009
- DeSimone, Livio/Popoff, Frank:** Eco-Efficiency: The Business Link to Sustainable Development. 10. Auflage. Cambridge, MA: MIT Press, 1997
- Dolata, Ulrich:** Das Internet und die Transformation der Musikindustrie: Rekonstruktion und Erklärung eines unkontrollierten sektoralen Wandels. MPIfG Discussion Paper, 2008 Nr. 7, <http://hdl.handle.net/10419/36513>, Abgerufen am 15.08.2011
- Dormann, Jürgen/Holliday, Chad (Hrsg.):** Innovation, technology, sustainability & society. Hertfordshire: WBSCD, 2002
- EurObservÉR Systèmes solaires:** Photovoltaic energy barometer 2011. Le journal des énergies renouvelables, 2011 Nr. 5, <http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro202.pdf>, Abgerufen am 15.08.2011
- European Executive Agency for Competitiveness and Innovation:** A wealth of ideas for a greener Europe. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009
- Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Bundesministerium für Land- und (Hrsg.):** Untersuchungen zur Umweltqualität in Österreich im europäischen Kontext. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilungen II/3 und V/8, 2008
- Grabher, Andrea:** Cleaner Production in Österreich. Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie 2001 Nr. 17
- Guenster, Nadja et al.:** The Economic Value of Corporate Eco-Efficiency. Erasmus University Working Paper 2005
- Hauschildt, Jürgen/Salomo, Sören:** Innovationsmanagement. 4. Auflage. München: Vahlen Franz GmbH, 2007
- Henderson, R.:** Of life cycles real and imaginary: The unexpectedly long old age of optical lithography. Research Policy, 24 1995, 631–643
- ISM:** Statistik für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Vorlesungsskriptum. Wien: Institut für Statistik und Mathematik der WU Wien, 2011
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften:** Stimulation von Technologien für nachhaltige Entwicklung: Ein Aktionsplan für Umwelttechnologie in der Europäischen Union. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2004

- Matthias Horst (Hrsg.):** Jahresbericht 2009_2010. Berlin: Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V., 2010
- Nickerson, Nate:** „Wir müssen die Bedürfnisse der Nutzer im Auge behalten“. Technology Review, 2007, <http://www.heise.de/tr/artikel/Wir-muessen-die-Beuerfnisse-der-Nutzer-im-Auge-behalten-279829.html>, Abgerufen am 15.08.2011
- OECD:** Eco-Innovation in Industry: Enabling green growth. Paris: OECD, 2009a
- OECD:** Sustainable manufacturing and eco-innovation. Paris: OECD, 2009b
- Sandrea, Ivan/Sandrea, Rafael:** Global offshore oil: geological setting of producing provinces, E&P trends, URR, and medium term supply outlook. Oil and Gas Journal, March 2007, http://csis.org/files/media/csis/events/070516_sandrea.pdf, Abgerufen am 15.08.2011
- Schlaak, T.M.:** Der Innovationsgrad als Schlüsselvariable: Perspektiven für das Management von Produktentwicklungen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 1999
- Schumpeter, Joseph:** Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung – Eine Untersuchung über Unternehmergeinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus. 2. Auflage. Leipzig: Duncker & Humblot, 1931
- Schumpeter, Joseph:** Konjunkturzyklen: eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses. Band 1, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1961
- Schwarz, Erich J.:** Umweltorientierte technologische Prozessinnovationen. Wiesbaden: Gabler Verlag, 1999
- Österreich, Wirtschaftskammer (Hrsg.):** WKO Beschäftigungsstatistik in der Kamersystematik. Wien: WKO, 2010
- Stiglitz, Joseph:** Im freien Fall: Vom Versagen der Märkte zur Neuordnung der Weltwirtschaft. 4. Auflage. München: Random House, 2010
- Störig, Hans Joachim:** Kleine Weltgeschichte der Wissenschaft. Frankfurt: Fischer (Tb.), 2007
- Umweltbundesamt:** Neunter Umweltkontrollbericht: Umweltsituation in Österreich. Band REP-0286, Wien: Umweltbundesamt, 2010
- Verfaillie, Hendrik A./Bidwell, Robin (Hrsg.):** measuring eco-efficiency. Hertfordshire: WBSCD, 2000

- Wagner, Marcus:** Umweltmanagement in deutschen Unternehmen. Lüneburg: Universität Lüneburg, 2002
- Walther, Dietrich:** Green Business – das Milliardengeschäft. Wiesbaden: GWV Fachverlage GmbH, 2009
- Warr, Benjamin/Orsato, Renato J.; Wassenhove, Luk Van (Hrsg.):** Greening the Economy. Fontainebleau Cedex, France: INSEAD, 2008
- Weizsäcker, Ernst Ulrich von (Hrsg.):** Ökoeffizienz. Berlin: Birkhäuser, 1999
- Weizsäcker, Ernst Ulrich von (Hrsg.):** Von Ökoeffizienz zu nachhaltiger Entwicklung in Unternehmen. Wuppertal: Wuppertal Institut f. Klima, Umwelt, Energie, 2001
- Wolfgang Schulte:** IP-Datenverkehr über Wimax – Standard mit Vorteilen, aber ungewisser Zukunft. NET, 2010 Nr. 10, <http://www.lehre.dhbw-stuttgart.de/~schulte/doc/wimax.pdf>. Abgerufen am 15.08.2011
- Zahn, E./Weidler, A.:** Integriertes Innovationsmanagement. In **E., Zahn (Hrsg.):** Handbuch Technologiemanagement. Stuttgart: Schäffer-Poeschele, 1995, 351–376