

## ePub<sup>WU</sup> Institutional Repository

Lilla Kovacs

Das Verhalten von Akteuren bei der Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels  
in Bezug auf technologische Innovation

Thesis

*Original Citation:*

Kovacs, Lilla (2005) *Das Verhalten von Akteuren bei der Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels in Bezug auf technologische Innovation*. Doctoral thesis, WU Vienna University of Economics and Business.

This version is available at: <http://epub.wu.ac.at/1920/>

Available in ePub<sup>WU</sup>: January 2006

ePub<sup>WU</sup>, the institutional repository of the WU Vienna University of Economics and Business, is provided by the University Library and the IT-Services. The aim is to enable open access to the scholarly output of the WU.



Titel der Dissertation:

**Das Verhalten von Akteuren bei der Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels in  
Bezug auf technologische Innovation**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades

**einer Doktorin/eines Doktors**

der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften an der Wirtschaftsuniversität Wien

eingereicht bei

1. Beurteilerin/1. Beurteiler: **Univ. Prof. Dr. Johann August Schüle**

2. Beurteilerin/2. Beurteiler: **Univ. Prof. Dr. Uwe Schubert**

von **Mag. Lilla Kovacs**

Fachgebiet: **Umweltökonomie, Umweltsoziologie (VWL)**

Wien, im **Dezember 2005**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>6</b>
1.1	MOTIVATION DER ARBEIT .....	6
1.2	PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG.....	10
1.3	WISSENSCHAFTSTHEORETISCHER HINTERGRUND.....	11
1.4	ABLAUF DER ARBEIT .....	13
<b>2</b>	<b>GRUNDLEGENDE BEGRIFFE UND KONZEPTE.....</b>	<b>15</b>
2.1	EMISSIONSRECHTEHANDEL .....	15
2.1.1	<i>Der Emissionsrechtehandel als flexibles Instrument des Kyoto- Protokolls.....</i>	<i>17</i>
2.1.2	<i>Funktionsweise des Emissionshandels.....</i>	<i>21</i>
2.1.3	<i>Technik der CO2 Emissionsminderung.....</i>	<i>22</i>
2.1.4	<i>Risikofaktoren im Emissionshandel.....</i>	<i>24</i>
2.1.4.1	Preisrisiko .....	24
2.1.4.2	Mengenrisiko .....	24
2.1.4.3	Projektrisiko .....	25
2.1.4.4	Absicherungsinstrumente und Handelsstrategien der Unternehmen .....	26
2.1.5	<i>Schwächen des Handelssystems.....</i>	<i>27</i>
2.2	TECHNOLOGISCHE INNOVATION .....	29
2.2.1	<i>Stufen des Innovationsprozesses.....</i>	<i>29</i>
2.2.2	<i>Innovationsmodelle.....</i>	<i>30</i>
2.2.3	<i>Umweltorientierte Innovationstypen .....</i>	<i>34</i>
2.2.4	<i>Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Umwelttechnologien.....</i>	<i>38</i>
2.2.5	<i>Anreize und Hemmnisse für die Entwicklung von umweltverträglichen Technologien .....</i>	<i>46</i>
2.3	RESÜMEE.....	49
<b>3</b>	<b>STAND DER FORSCHUNG – LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>51</b>
3.1	THEORETISCHE ANSÄTZE.....	52
3.2	EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGEN UND INTERNATIONALE FALLSTUDIEN.....	61
3.3	RESÜMEE – ZWISCHENBILANZ ZUM STAND DER UMWELTÖKONOMISCHEN FORSCHUNG – AUSWERTUNG/DEFIZITE.....	69
<b>4</b>	<b>THEORETISCHE KONZEPTION.....</b>	<b>74</b>
4.1	WISSENSCHAFTLICHE FRAGESTELLUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN.....	74
4.2	ANGEWANDTE THEORIEN.....	75
4.2.1	<i>Revisionist School – technologischer Fortschritt als endogene Variable.....</i>	<i>76</i>
4.2.2	<i>Bounded Rationality – die Grundlage der evolutorischen Innovationstheorie .....</i>	<i>77</i>
4.2.2.1	Beschränkungen wirtschaftlicher Rationalität .....	77
4.2.2.2	Der Ansatz der beschränkten Rationalität.....	79
4.2.2.3	Die „Adaptive Toolbox“ und „Fast and Frugal“ – Heuristiken.....	82
4.2.2.4	Angewandte Methoden im Entscheidungsfindungsprozess .....	87
4.2.2.5	Das Lösen von Problemen .....	90
4.2.3	<i>Evolutionäre Wachstumstheorie .....</i>	<i>94</i>
4.2.3.1	Der Schumpeter´sche Wettbewerb .....	94
4.2.3.2	Neoklassische vs. evolutionäre Wachstumstheorie .....	96
4.2.3.3	Organisatorische Fähigkeiten und Routinen als Entscheidungsgrundlage .....	98
4.3	RESÜMEE .....	100
4.4	AUFGESTELLTE HYPOTHESEN .....	102
<b>5</b>	<b>METHODISCHE KONZEPTION .....</b>	<b>106</b>

5.1 ALLGEMEINE DARSTELLUNG DES METHODISCHEN ANSATZES .....	106
5.1.1 Experimentelle Ökonomie und Laborexperimente.....	106
5.1.2 Planspiele.....	107
5.2 ADAPTION DES GEWÄHLTEN METHODISCHEN ANSATZES .....	108
5.3 RESÜMEE.....	110
<b>6 EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG.....</b>	<b>111</b>
6.1 DESIGN DER EMPIRISCHEN UNTERSUCHUNG.....	112
6.1.1 Vorüberlegungen zum Design.....	112
6.1.2 Grundzüge der Untersuchung .....	114
6.1.3 Parameter.....	126
6.1.4 Untersuchungsgruppen .....	140
6.2 DATENERHEBUNG UND DATENBASIS.....	141
6.3 DATENAUSWERTUNG UND HYPOTHESENEVALUIERUNG .....	144
6.3.1 Quantitative Ergebnisse .....	144
6.3.1.1 Deskriptive und induktive Ergebnisdarstellung .....	144
6.3.1.2 Explikative Ergebnisdarstellung .....	166
6.3.2 Qualitative Ergebnisse.....	170
6.4 RESÜMEE.....	179
<b>7 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE.....</b>	<b>184</b>
7.1 EVALUIERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FRAGESTELLUNG .....	184
7.2 GRENZEN DER UNTERSUCHUNG.....	187
7.3 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRAXIS .....	188
<b>8 ABSCHLIEßENDE REFLEXION .....</b>	<b>191</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>194</b>
<b>ANHANG .....</b>	<b>220</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf bzw. Forschungsprozess dieser Arbeit.....	14
Abbildung 2: Zeitlicher Fahrplan des Zertifikatehandels.....	17
Abbildung 3: Die flexiblen Mechanismen nach dem Kyoto-Protokoll.....	19
Abbildung 4: Vermeidungskostenkurve .....	23
Abbildung 5: Additive vs. integrierte Technologien.....	37
Abbildung 6: Eingrenzung des Themenumfeldes, Forschungslücke.....	73
Abbildung 7: Orthodoxe vs. evolutorische Wachstumstheorie .....	97
Abbildung 8: Angewandte Theorien .....	102
Abbildung 9: Das Dissertationshaus .....	110
Abbildung 10: Anleitung für CESAS .....	117
Abbildung 11: Fragebogen.....	126
Abbildung 12: Zertifikatezuteilung in Szenario 1 und 2 (40.000 in 2. HP) .....	131
Abbildung 13: Zertifikatezuteilung in Szenario 3 und 4 (30.000 in 2. HP) .....	131
Abbildung 14: Zertifikatezuteilung in Szenario 5 und 6, Fall I und Fall II (40.000 in 2. HP).....	132
Abbildung 15: Zertifikatezuteilung in Szenario 5 und 6, Fall III und Fall IV (30.000 in 2. HP).....	132
Abbildung 16: Zertifikatezuteilung in Szenario 7 (40.000 in 2. HP) .....	133
Abbildung 17: Zertifikatestückpreis in Szenario 1 und 2, Fall I (15 in 2. HP) ...	133
Abbildung 18: Zertifikatestückpreis in Szenario 1 und 2, Fall II (20 in 2. HP).	134

Abbildung 19: Zertifikatestückpreis in Szenario 1 und 2, Fall III (25 in 2. HP)	134
Abbildung 20: Zertifikatestückpreis in Szenario 3 und 4, Fall I (18 Euro in 2. HP)	135
Abbildung 21: Zertifikatestückpreis in Szenario 3 und 4, Fall II (20 Euro in 2. HP)	135
Abbildung 22: Zertifikatestückpreis in Szenario 3 und 4, Fall III (28 Euro in 2. HP)	136
Abbildung 23: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall I (15 Euro in 2. HP)	136
Abbildung 24: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall II (25 Euro in 2. HP)	137
Abbildung 25: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall III (18 Euro in 2. HP)	137
Abbildung 26: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall IV (28 Euro in 2. HP)	138
Abbildung 27: Zertifikatestückpreis in Szenario 7, Fall I (15 Euro in 2. HP) ...	138
Abbildung 28: Zertifikatestückpreis in Szenario 7, Fall II (25 Euro in 2. HP) ..	139
Abbildung 29: F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit in Szenario 1, 3 und 5 (60%)..	139
Abbildung 30: F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit in Szenario 2, 4 und 6 (40%)..	140

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auszug aus Excel-Inputtabelle mit quantitativer und qualitativer Datenbasis .....	143
Tabelle 2: Auszug aus Excel-Inputtabelle mit explikativer Datenbasis .....	143
Tabelle 3: Strategieauswahl alle Szenarien, alle Akteure (absolute Zahlen)..	145
Tabelle 4: Strategieauswahl alle Szenarien, alle Akteure (relative Zahlen)....	145
Tabelle 5: Kontingenztabelle mit beobachteten absoluten Häufigkeiten .....	147
Tabelle 6: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten .....	147
Tabelle 7: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 3 und Szenario 5, absolute Zahlen .....	149
Tabelle 8: Gegenüberstellung Strategieauswahl, Szenario 3 und Szenario 5, relative Zahlen .....	149
Tabelle 9: Kontingenztabelle mit beobachteten absoluten Häufigkeiten .....	150
Tabelle 10: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten .....	150
Tabelle 11: Gegenüberstellung Strategieauswahl, Szenario 4 und Szenario 6, absolute Zahlen .....	151
Tabelle 12: Gegenüberstellung Strategieauswahl, Szenario 4 und Szenario 6, relative Zahlen .....	151
Tabelle 13: Kontingenztabelle mit beobachteten absoluten Häufigkeiten .....	151
Tabelle 14: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten .....	152
Tabelle 15: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 1 und Szenario 5, absolute Zahlen .....	153
Tabelle 16: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 1 und Szenario 5, relative Zahlen .....	153
Tabelle 17: Kontingenztabelle mit beobachteten absoluten Häufigkeiten .....	154
Tabelle 18: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten .....	154
Tabelle 19: Gegenüberstellung Strategieauswahl, Szenario 2 und Szenario 6, absolute Zahlen .....	155

Tabelle 20: Gegenüberstellung Strategieauswahl, Szenario 2 und Szenario 6, relative Zahlen .....	155
Tabelle 21: Kontingenztafel mit beobachteter absoluter Häufigkeit.....	156
Tabelle 22: Kontingenztafel mit erwarteter absoluter Häufigkeit.....	156
Tabelle 23: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 1 und Szenario 3, absolute Zahlen .....	157
Tabelle 24: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 1 und Szenario 3, relative Zahlen .....	157
Tabelle 25: Kontingenztafel mit beobachteter absoluter Häufigkeit.....	158
Tabelle 26: Kontingenztafel mit erwarteter absoluter Häufigkeit.....	158
Tabelle 27: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 2 und Szenario 4, absolute Zahlen .....	159
Tabelle 28: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 2 und Szenario 3, relative Zahlen .....	159
Tabelle 29: Kontingenztafel mit beobachteter absoluter Häufigkeit.....	160
Tabelle 30: Kontingenztafel mit erwarteter absoluter Häufigkeit.....	160
Tabelle 31: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 1 und Szenario 2, absolute Zahlen .....	161
Tabelle 32: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 1 und Szenario 2, relative Zahlen .....	161
Tabelle 33: Kontingenztafel mit beobachteter absoluter Häufigkeit.....	162
Tabelle 34: Kontingenztafel mit erwarteter absoluter Häufigkeit.....	162
Tabelle 35: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 3 und Szenario 4, absolute Zahlen .....	162
Tabelle 36: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 3 und Szenario 4, relative Zahlen .....	163
Tabelle 37: Kontingenztafel mit beobachteter absoluter Häufigkeit.....	163
Tabelle 38: Kontingenztafel mit erwarteter absoluter Häufigkeit.....	163
Tabelle 39: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 5 und Szenario 6, absolute Zahlen .....	164
Tabelle 40: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 5 und Szenario 6, relative Zahlen .....	164
Tabelle 41: Kontingenztafel mit beobachteter absoluter Häufigkeit.....	165
Tabelle 42: Kontingenztafel mit erwarteter absoluter Häufigkeit.....	165
Tabelle 43: Gegenüberstellung der Auswahl von Strategie 1 mit der Auswahl von Strategie 1K in Szenario 7, absolute Zahlen .....	166
Tabelle 44: Gegenüberstellung der Auswahl von Strategie 1 mit der Auswahl von Strategie 1K in Szenario 7, relative Zahlen .....	166
Tabelle 45: Langfristigkeit (Zeitraum/Zeitpunkt) als Entscheidungsgrundlage	167
Tabelle 46: Kurzfristigkeit (Zeitraum/Zeitpunkt) als Entscheidungsgrundlage	167
Tabelle 47: Motivation der Strategieauswahl (Gewinn steigern vs. Verlust eingrenzen), absolute Zahlen.....	168
Tabelle 48: Motivation der Strategieauswahl (Gewinn steigern vs. Verlust eingrenzen), relative Zahlen.....	168
Tabelle 49: Nicht-betriebswirtschaftliche Aspekte als Teil der Entscheidungsgrundlage, absolute Zahlen .....	169
Tabelle 50: Nicht-betriebswirtschaftliche Aspekte als Teil der Entscheidungsgrundlage, relative Zahlen .....	169
Tabelle 51: Nicht-betriebswirtschaftliche Entscheidungskriterien.....	170
Tabelle 52: Entscheidungsbegründungen Strategie 1, alle Szenarien .....	171

Tabelle 53: Entscheidungsbegründungen für Strategie 1K (F&E-Investition mit Kooperation), Szenario 7 .....	173
Tabelle 54: Entscheidungsbegründungen für Strategie 1, Szenario 7 .....	174
Tabelle 55: Entscheidungsbegründung für Strategie 1, 1K, 2, 3, alle Szenarien .....	175
Tabelle 56: Hypothesenevaluierung, UH1a, UH1b, UH2.....	179
Tabelle 57: Hypothesenevaluierung, UH3.....	182
Tabelle 58: Hypothesenevaluierung, UH4, UH5, UH6, UH7 .....	183

# 1 Einleitung

## 1.1 *Motivation der Arbeit*

Die internationale Klimapolitik, speziell das Thema des Handels mit Emissionszertifikaten wird immer aktueller. Bereits im Jänner 2005 wurde in allen Mitgliedsstaaten der EU ein einheitliches und für 2008 als verpflichtend projektiertes System für den länderübergreifenden Handel mit Emissionsrechten etabliert.<sup>1</sup>

In Österreich und Deutschland sowie in den meisten anderen Mitgliedsstaaten der EU wurden bereits 2004 Gesetze zur Umsetzung der EU-Emissionshandels-Richtlinie entworfen und diskutiert. Bis März 2004 wurden die von den Regierungen erstellten nationalen Allokationspläne (nationale Zuteilungspläne), in denen festgesetzt wurde, welche Unternehmen wie viele Zertifikate zunächst (in der ersten Handelsperiode) kostenlos zugeteilt bekommen, in Brüssel gemeldet.<sup>2</sup> In einigen Ländern existierten schon vor Einführung des EU-Emissionshandels, nationale Systeme für den Zertifikatehandel, wie etwa in Dänemark und Großbritannien.<sup>3</sup>

Bereits vor, aber hauptsächlich seit der Verabschiedung des Kyoto-Protokolls 1997, im Rahmen dessen der Emissionshandel als eines der drei flexiblen Kyoto-Mechanismen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen fixiert wurde (Artikel 17 des Kyoto-Protokolls)<sup>4</sup>, war der Handel mit Lizenzen und seine Auswirkungen ein oft diskutiertes, jedoch kaum konkret in Angriff genommenes Untersuchungsthema gewesen. Erst unmittelbar vor der Konfrontation mit Problemen der praktischen Ausgestaltung des EU-weiten Zertifikatehandels gewann dieses Vorhaben an klareren Konturen.

Die Frage, die Manager wie politische Entscheidungsträger in Bezug auf die Klimapolitik am meisten beschäftigt, ist, ob umweltpolitische Maßnahmen bzw.

---

<sup>1</sup> Vgl. Levin, 2005, S. 4.

<sup>2</sup>URL: <http://www.eu-emissionshandel.at> [18.07.2004].

<sup>3</sup> Vgl. Kletzan et al, 2002, S. 22 ff.

<sup>4</sup> Vgl. Lucht, 2005. S. 9.



Rahmenbedingungen wie der Emissionshandel zu Wettbewerbsnachteilen gewisser industrieller Standorte führen könnten.<sup>5</sup>

Die Frage, die für Umweltvertreter herausragend erscheint, ist, ob Umweltregulierungsinstrumente Unternehmen dazu veranlassen vermehrt in Umwelttechnologien zu investieren.

Im Idealfall führen Regulierungsinstrumente zur Entwicklung und Verbreitung nachhaltiger Technologien und erreichen dadurch sowohl die ökologischen Ziele als auch bessere ökonomische Ergebnisse durch die Steigerung der Produktivität der Unternehmen.

Nach Ansicht der konservativen, herkömmlichen Theorie, der Conventional School, gibt es keinen Anlass, dieser Fragestellung genauer nachzugehen, da sie bereits eine eindeutige Antwort liefern zu können meint. Die herkömmliche Theorie betrachtet den technologischen Wandel als eine exogene, nicht-ökonomische Variable, die von wirtschaftlichen Aktivitäten und politischen Maßnahmen nicht beeinflussbar ist. Sie ist daher der Meinung, dass Umweltregulierungen keine Auswirkungen auf technologische Innovationen haben und es einen „trade-off“ zwischen bindenden Umweltregulierungen und der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen gibt, d.h. die Einführung von Regulierungsinstrumenten Unternehmen ökonomisch schlechter stellt.<sup>6</sup>

Die als fortschrittlicher geltende Theorie, die Revisionist School, lässt hier dagegen einen Untersuchungsspielraum für die Klärung dieser Fragestellung frei. Sie betrachtet den technologischen Wandel als endogene, ökonomische Variable, welche durch ökonomische Aktivitäten und politische Maßnahmen beeinflusst werden kann. Es wird hier daher eingeräumt, dass Umweltregulierungen möglicherweise Effekte auf die Innovationstätigkeiten von Unternehmen ausüben könnten.<sup>7</sup>

Mit der Untersuchung der Innovationseffekte von Umweltregulierungen haben sich in den letzten Jahrzehnten viele Wissenschaftler – vor allem aus dem Bereich der Volkswirtschaft – auseinander gesetzt.<sup>8</sup> Allerdings basiert die

---

<sup>5</sup> Vgl. Alpbach European Forum, Technology Symposium, August 2003.

<sup>6</sup> Vgl. Löschel, 2002, S. 3.

<sup>7</sup> Vgl. Löschel, 2002, S. 3.

<sup>8</sup> Vgl. Jaffe et al., 2002.

Ausgangslage ihrer Untersuchung zumeist auf der neoklassischen Theorie, welche folgendes besagt:

Unternehmen stoßen Schadstoffe aus, da das existierende Preissystem nicht vollständig die sozialen Kosten ihrer produktiven ökonomischen Aktivitäten reflektiert. Um dem gemeinsamen sozialen Optimum etwas näher zu kommen, wird vom Staat in Form einer Umweltregulierung eine zusätzlich zu erfüllende Bedingung eingeführt. Nachdem sich Unternehmen nach der neoklassischen Theorie Profit maximierend verhalten, erhöht die von außen eingeführte Beschränkung ihre Produktionskosten durch zusätzliche Ausgaben zur Erfüllung der Umweltmaßnahme. Die Reaktion der Unternehmen ist entweder die Reduktion des Outputs (als letzte Option, da Unternehmen das Ziel der ständigen Expansion und Erhöhung der Produktion verfolgen) oder die Investition in Forschung und Entwicklung (F&E) mit dem Ziel, weniger Umwelt belastend zu produzieren und dadurch die Kosten zur Erfüllung der Umweltauflagen (im Fall des Emissionsrechtehandels die Zertifikatekosten) einzusparen.<sup>9</sup>

Die neoklassische Theorie ist der Ansicht, dass unabhängig davon, wie sich ein Unternehmen nach der Einführung der Umweltregulierung verhält, es in jedem Fall – zumindest kurzfristig – ökonomisch schlechter gestellt ist.<sup>10</sup>

Erst 1991 hat Michel Porter mit seiner Hypothese die Darlegung der neoklassischen Theorie in Frage gestellt:

*„...we will argue that properly designed environmental standards can trigger innovation that may partially or more than fully offset the costs of complying with them. Such “innovation offsets” ... can not only lower the net cost of meeting environmental regulations, but can even lead to absolute advantages over firms in foreign countries not subject to similar regulations. ... In short, firms can actually benefit from properly crafted environmental regulations that are more stringent (or are imposed earlier) than those faced by their competitors in other countries. By stimulating innovation, strict environmental regulations can actually enhance competitiveness.”<sup>11</sup>*

---

<sup>9</sup> Vgl. Roediger-Schluga, 2004, S. 17 f.

<sup>10</sup> Vgl. Palmer et al., 1995, S. 1 f.

<sup>11</sup> Porter und Linde, 1995, S. 98.

Danach würden Unternehmen, durch *richtig gestaltete*<sup>12</sup> Umweltregulierungen und die damit verbundenen Kosten, veranlasst in Forschung und Entwicklung (F&E) bzw. in technologische Innovationen zu investieren, wodurch sie einen Wettbewerbsvorteil erlangen können, der langfristig zu erhöhten Gewinnen führt.<sup>13</sup>

Porter betrachtet dabei den technologischen Wandel wie die neoklassische Theorie als endogene, von Umweltregulierungen beeinflussbare Variable, stützt sich allerdings nicht auf die Annahme, dass Unternehmen ihre Innovationsaktivitäten im Sinne des Profits maximieren, sondern auf die Idee der evolutorischen Theorie, dass Unternehmen ihre Forschungs- und Entwicklungsentscheidungen wegen der mit ihnen verbundenen Unsicherheiten nicht optimal, vielmehr nur auf der Basis von Routinen und Daumenregeln treffen können.

Umweltregulierungen führen nach der evolutorischen Theorie daher nicht nur zur Lösung des Umweltproblems, sondern möglicherweise auch zur Erhöhung der Produktivität der Unternehmen. (Dadurch, dass die Unternehmen vor Einführung der Umweltregulierung nicht die optimale, sondern eine zufrieden stellende Innovationsstrategie verfolgt haben, besteht die Möglichkeit, dass die umweltpolitischen Maßnahmen nicht nur zu einer ökologisch sinnvollerem, sondern auch zu einer profitableren Innovationsstrategie führen.)

**Anhand des evolutorischen Ansatzes wurden die Effekte von Umweltregulierungen auf das Innovationsverhalten der Marktakteure bisher nur vereinzelt untersucht.**

Die wenigen Untersuchungen sind, ebenso wie die zahlreichen nach neoklassischem Ansatz durchgeführten, bisher zu keinem Konsens gelangt.<sup>14</sup>

Solange es sowohl Untersuchungsergebnisse gibt, welche starke Innovationseffekte belegen<sup>15</sup>, als auch andere, die hierzu keine oder vernachlässigbare Auswirkungen aufzeigen<sup>16</sup>, und solange es dabei an schlüssigen, allgemein gültigen Beweisen mangelt, wird die Diskussion

---

<sup>12</sup> Die Ausgestaltung der Umweltregulierung spielt eine starke Rolle für den Grad des Innovationsanreizes

<sup>13</sup> Vgl. Buonanno, 2001, S.12.

<sup>14</sup> Vgl. Brännlund, 2001, S. 10.

<sup>15</sup> Vgl. Porter und Linde, 1995.

<sup>16</sup> Vgl. Palmer et al, 1995.

weitergeführt werden. Hier zeichnet sich wissenschaftlicher Handlungsbedarf ab. Der Versuch, mit neuen methodischen Ansätzen zur Klärung der Diskussion beizutragen, erscheint gerechtfertigt.

## **1.2 Problemstellung und Zielsetzung**

Der Fokus dieser Arbeit soll vor allem auf die Frage gerichtet werden, ob Unternehmen durch politisch verfügte Umweltregulierungen und (innerhalb dieser) konkret durch den länderübergreifenden CO<sub>2</sub>-Emissionshandel sich veranlasst sehen könnten, in Umweltinnovationen zu investieren.

Der Gegenstand der diesbezüglichen Untersuchung wurde auf den CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel konzentriert, da seine gegenwärtig hohe Aktualität über das zu erwartende technologische Investitionsverhalten der Unternehmer besonders signifikante Aufschlüsse zu ergeben verspricht.

Auf der Grundlage der Porter-Hypothese und der Theorie der evolutischen Ökonomik, welche wiederum die Idee der „bounded rationality“ verwendet, soll im Rahmen der experimentellen Ökonomie eine Art Laborexperiment durchgeführt werden, um das Verhalten und die Präferenzen der Marktakteure auf Basis realer Zahlen (z.B. Emissionshandelspreise) und Entwicklungen in der ersten und zweiten Handelsperiode (z.B. Zuteilungsentwicklungen, Preisentwicklungen) abschätzen zu können.

Es ist nicht das Ziel dieser Arbeit, einen Vorher-Nachher-Vergleich zu machen, d.h. eine Gegenüberstellung zu bringen wie stark die Unternehmen vor der Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels bereits in die Entwicklung von Umwelttechnologien investiert haben und wie stark sie bei bzw. nach der Einführung in Forschung und Entwicklung investieren. Diese Art von Untersuchung wäre im Rahmen einer Dissertation nicht möglich.

Es ist auch nicht Ziel dieser Arbeit, herauszufinden, welche Art von Unternehmen durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels Forschungsprojekte zur Entwicklung von umweltschonenden Technologien geplant haben, weil ein solcher Zusammenhang auch nicht verlässlich recherchierbar wäre. (Selbst wenn die Unternehmen bereit wären über ihre Forschungsprojekte zu sprechen, würden sie sich erwartungsgemäß eher als

nachhaltig wirtschaftende Unternehmen positionieren wollen und gelegentlich unzutreffende Antworten geben.)

Das Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, welche Strategien Akteure auf die Einführung des Zertifikatehandels hin (und in Anbetracht öffentlicher Umwelt regulierender Maßnahmen) wählen, welche Entscheidungen sie dabei treffen – und jeweils warum.

Dem dient ein empirischer, den realen Rahmenbedingungen weitest möglich angenäherter, simulierender Laborversuch, der sich auch auf Fragen nach den genaueren Entscheidungsgrundlagen und –motiven erstreckt.

### **1.3 Wissenschaftstheoretischer Hintergrund**

Den wissenschaftstheoretischen Hintergrund dieser Arbeit bilden der Empirismus und seine induktive Vorgehensweise.

Der Empirismus nimmt im Gegensatz zum Rationalismus an, dass alles Wissen über die Wirklichkeit aus der Sinneserfahrung stammt. Man könnte daher *nihil est in intellectu quid non fuerit in sensu* (nichts ist im Verstand, das nicht vorher durch die Sinne erfasst worden wäre) als Grundsatz des Empirismus bezeichnen.<sup>17</sup>

Der Empirismus formuliert die Praxis der Erkenntnis und legt sie auf methodisch kontrollierte Ergebnisse fest. Der methodischen Kontrolle dienen Beobachtungen aber vor allem Experimente.<sup>18</sup>

*Das Experiment ist ein entscheidender Schritt über Beobachtung hinaus. Es dient dazu, neue Erfahrungen zu gewinnen und Hypothesen zu testen. Hier wird Wirklichkeit aktiv bearbeitet. Auf dem Hintergrund von Annahmen über mögliche Befunde wird Wirklichkeit gezielt manipuliert. Durch Variation und Wiederholung ergibt sich zudem die Möglichkeit zeitunabhängiger, d.h. sorgfältiger Prüfung. Üblicherweise wird in einem Experiment mit Annahmen über die Ergebnisse gearbeitet. Die Ergebnisse bestätigen oder widerlegen*

---

<sup>17</sup> <http://www.phillex.de>, 17.06.05.

<sup>18</sup> Vgl. Schüle und Reitze, 2002, S. 67.

*diese Annahmen. Prognose und Kritik sind daher die entscheidenden Mittel, die das Experiment der Theorie zur Verfügung stellen kann.*<sup>19</sup>

John Locke vertritt als Gründungsvater des Empirismus die Ansicht, dass Ideen nicht „angeboren seien“.<sup>20</sup> Vielmehr würden Ideen im Bewusstsein des Menschen aus Erfahrungen, d.h. aus Sinneswahrnehmungen stammen.<sup>21</sup> Erkenntnis entstünde aus dem Umgang mit Ideen. Die Wahrheit komplexer Ideen wiederum entstünde durch Induktion.

Francis Bacon verwendet erstmals den Begriff der Induktion und beschreibt damit den Versuch der Forschung, neue Beobachtungen in eine bereits bestehende Theorie zu integrieren.<sup>22</sup>

John Locke formuliert die Induktion als Gegensatz zur aristotelischen Deduktion<sup>23</sup> (Ableitung eines Einzelfalls aus vorausgesetzten allgemeinen Zusammenhängen): Die Induktion ist das Gewinnen allgemeiner Erkenntnisse aus Einzelfällen.

*„Man schließt also von einer definierten Zahl untersuchter Sachverhalte darauf, dass sich die Dinge immer so verhalten.“*<sup>24</sup> D.h. „...wenn alle Prämissen wahr sind, ist es wahrscheinlich, aber nicht notwendig, dass die Konklusion wahr ist.“<sup>25</sup>

Folgendes Beispiel soll dies veranschaulichen: Alle bisher beobachteten Katzen hatten ein Herz. Jede Katze hat ein Herz. Die Konklusion drückt etwas aus, das über die Informationen hinausgeht, die in der Prämisse gegeben werden. Dadurch kann die Konklusion falsch sein, selbst wenn die Prämisse wahr ist. Trotzdem wird durch die Induktion der Umfang des Wissens erweitert.

*„Ohne irgendeine Art von induktiven Schlüssen hätten wir keinen Grund vorherzusagen, dass auf jeden Tag eine Nacht folgt, ..., oder dass Zucker auch in Zukunft süß schmecken wird. Unser ganzes Wissen über die Zukunft und*

---

<sup>19</sup> Schülein und Reitze, 2002, S. 67 f.

<sup>20</sup> Vgl. Kenny, 1995, S. 142 ff.

<sup>21</sup> Lockes Empirismus wird wegen der entscheidenden Rolle der Sinne auch als „Sensualismus“ bezeichnet.

<sup>22</sup> Vgl. Schülein und Reitze, 2002, S. 66.

<sup>23</sup> <http://www.phillex.de>, 17.06.05.

<sup>24</sup> Schülein und Reitze, 2002, S.72.

<sup>25</sup> Salmon, 1983, S.33.

*vieles andere hängt ab von der Fähigkeit induktiver Argumente, Konklusionen zu stützen, die über den Gehalt ihrer Prämissen hinausgeht.“<sup>26</sup>*

Die in dieser Arbeit angewandte Form der induktiven Argumentation ist die *enumerative Induktion*. Dabei wird eine Konklusion über *alle* Elemente einer Menge unter Zugrundelegung von Prämissen aufgestellt, die sich auf die *untersuchten* Elemente dieser Menge beziehen.<sup>27</sup>

Im empirischen Teil dieser Arbeit wird im Rahmen eines *Experiments* das Verhalten einer *definierten* Anzahl von Akteuren untersucht. Anschließend werden *allgemeine* Aussagen über das Verhalten *aller* Marktakteure getroffen.

## **1.4 Ablauf der Arbeit**

Die vorliegende Arbeit untergliedert sich grob in drei Abschnitte: einen theoretischen Teil, einen empirischen Teil, und den Abschnitt für die daraus abzuleitenden Ergebnisse.

Der theoretische Teil (Kapitel 1 bis 5) soll zur empirischen Untersuchung hinführen und die Ausgangspunkte für den empirischen Teil benennen. Dabei soll Verständnis für das Problemumfeld und den Zusammenhang zu dem darin eingebetteten speziellen Untersuchungsbereich vermittelt sowie die Notwendigkeit der Untersuchung begründet werden.

Kapitel 1 beschreibt die Motivation, die Problemstellung, den wissenschaftstheoretischen Hintergrund sowie das Ziel der Arbeit. Kapitel 2 erklärt den Emissionsrechtehandel und die technologische Innovation als zentrale Elemente dieser Arbeit. Kapitel 3 gibt einen Literaturüberblick über die bisherigen wissenschaftlich-theoretischen und -empirischen Beiträge zur Feststellung des Forschungsstandes und der Forschungslücke. In Kapitel 4 werden die Theorien, auf welcher die Porter-Hypothese gründet und welche die Grundlage dieser Arbeit bilden, detailliert besprochen, sowie die daraus abzuleitenden Hypothesen aufgestellt. Kapitel 5, stellt die Methodik der empirischen Untersuchung dar.

---

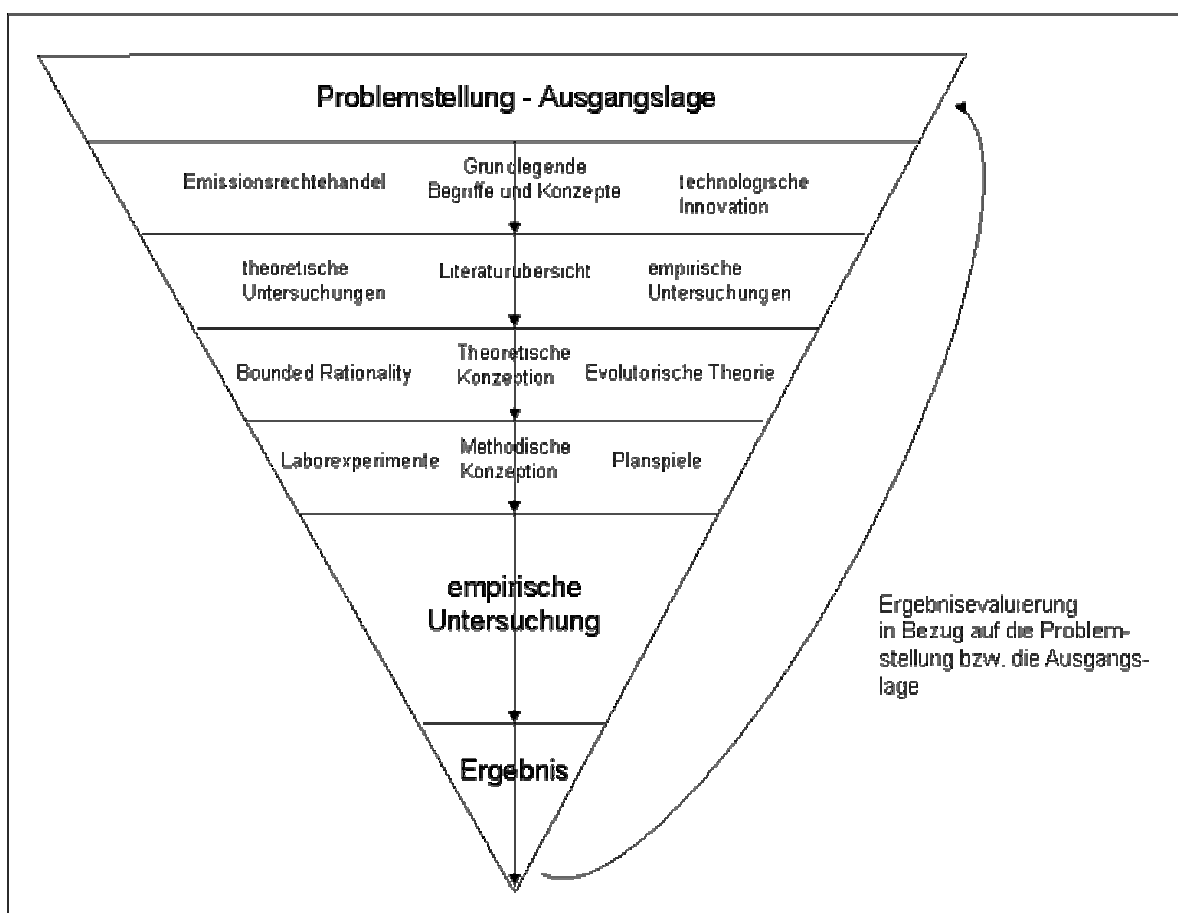
<sup>26</sup> Salmon, 1983, S.40.

<sup>27</sup> Vgl. Salmon, 1983, S. 40.

Der empirische Teil der Arbeit, Kapitel 6, bündelt das Design der empirischen Untersuchung, die Datenerhebung sowie die Datenauswertung.

Im letzten Abschnitt, in Kapitel 7 und 8, werden die Ergebnisse – bezogen auf die Problemstellung bzw. Ausgangslage – diskutiert, den Ergebnissen vergleichbarer Untersuchungen gegenübergestellt, die Grenzen der Untersuchung besprochen, ein Ausblick auf zukünftige Studien und letztlich Implikationen für die Praxis gegeben.

Nachstehende Grafik visualisiert nochmals den Gang der Arbeit:



**Abbildung 1: Ablauf bzw. Forschungsprozess dieser Arbeit**



## 2 Grundlegende Begriffe und Konzepte

In diesem Abschnitt werden die zwei grundlegenden Begriffe der Arbeit, der Emissionsrechtehandel in Kapitel 2.1 (die Funktionsweise des Emissionshandels, die Technik der CO<sub>2</sub>-Reduktion, das Risiko und das Risikomanagement im Emissionshandel und die Schwächen des Zertifikatehandelssystems) und die technologische Innovation in Kapitel 2.2 (die Stufen des Innovationsprozesses, die Innovationsmodelle, die umweltorientierten Innovationstypen, die Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Umwelttechnologien und die Anreize und Hemmnisse hinsichtlich der Entwicklung von umweltverträglichen Technologien) besprochen. Kapitel 2.3 beendet den Abschnitt mit einer kurzen Zusammenfassung und der Aufgabenstellung der Arbeit.

Das Ziel dieses Kapitels ist es dem Leser relevantes Hintergrundwissen zu vermitteln, um einen Bezug zum Thema der Arbeit herstellen zu können und weiters, einerseits das Verständnis für die Notwendigkeit von Umwelttechnologien zur Lösung der Umweltproblematik zu öffnen sowie andererseits die Schwierigkeiten der betroffenen Unternehmen, auf neue Innovationspfade umzusteigen, deutlich zu machen.

### 2.1 *Emissionsrechtehandel*

Grundsätzlich muss zwischen dem EU-Emissionshandelssystem und dem Kyoto-Emissionshandelssystem unterschieden werden<sup>28</sup>.

Die EU-Emissionshandelsrichtlinie<sup>29</sup> trat am 25.10.2003 in Kraft und sieht den **EU-weiten** Emissionshandel für bestimmte Wirtschaftssektoren bereits ab Jänner 2005 vor.

Ab 2008 soll dieses Handelssystem kompatibel zur ersten Kyoto-Verpflichtungsperiode weitergeführt werden, Gutschriften aus JI- und CDM-

---

<sup>28</sup> Vgl. Marci, 2005, S. 118.

<sup>29</sup> Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

Projekten<sup>30</sup> anrechnen<sup>31</sup>, und alle sechs Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFKW, FKW, SF<sub>6</sub>) inkludieren.<sup>32</sup>

In der ersten Handelsperiode von 2005-2007 wird nur mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten gehandelt.<sup>33</sup>

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird sowohl auf das **EU**-Emissionshandelssystem, welches der Emissionshandelsrichtlinie entspricht, als auch auf den **internationalen** Emissionshandel, welcher dem Artikel 17 des Kyoto-Protokolls entspricht, immer wieder Bezug genommen, weil beide Systeme für die Untersuchung relevant sind: in der **ersten Handelsperiode** (von 2005 bis 2007) werden **nur** die Regelungen des **EU-weiten** Emissionshandels eine Rolle spielen und in der **zweiten Handelsperiode** (von 2008-2012) werden **sowohl** die Regelungen des **EU-weiten** Zertifikatesystems **als auch** die Bestimmungen des **weltweiten** Emissionshandelssystems (Kyoto-Protokoll) eine Rolle spielen.<sup>34</sup> Die Handelssysteme werden miteinander kompatibel sein und letztlich in ein einziges Gesamtsystem münden.<sup>35</sup>

Das EU-Emissionshandelssystem wurde im Rahmen des europäischen Klimaschutzprogramms<sup>36</sup> bereits ab 2005 bestimmt, um die Kyoto-Verpflichtungen für den gesamten EU-Raum (Reduktion der Treibhausgas-Emissionen bis 2012 um 8% bezogen auf das Basisjahr 1990) durch ein vorgeschaltetes Learning-by-Doing und einen längerfristigen Planungshorizont – so dass ein abruptes Einwirken der Minderungsziele auf die Wirtschaft verhindert wird – möglichst kosteneffizient erfüllen zu können.<sup>37</sup> Der **EU-weite** Zertifikatehandel wäre auch dann realisiert worden, wenn das Kyoto-Protokoll mit dem **internationalen** Emissionshandel nicht in Kraft getreten wäre.<sup>38</sup>

Die anschließende Grafik veranschaulicht den Zeitplan des Emissionshandels und gibt einen Überblick über die einzelnen Termine im Zusammenhang mit

---

<sup>30</sup> Zu JI und CDM siehe Kapitel 2.1.1.

<sup>31</sup> JI-Projekte sind zwar erst ab 2008 anrechenbar (siehe Abbildung 3) aber schon vorher praktikierbar.

<sup>32</sup> Vgl. Levin, 2005, S. 69.

<sup>33</sup> Vgl. Lucht, 2005, S. 14.

<sup>34</sup> Die empirische Untersuchung (Kapitel 6) bezieht sich sowohl auf die erste als auch die zweite Handelsperiode

<sup>35</sup> Vgl. Levin, 2005, S. 68.

<sup>36</sup> ECCP – European Climate Change Programme.

<sup>37</sup> Vgl. Levin, 2005, S. 68.

<sup>38</sup> Vgl. Marci, 2005, S. 119.

dem EU-Emissionshandel und dem Kyoto-Emissionshandel, sowie deren Vorbereitung:

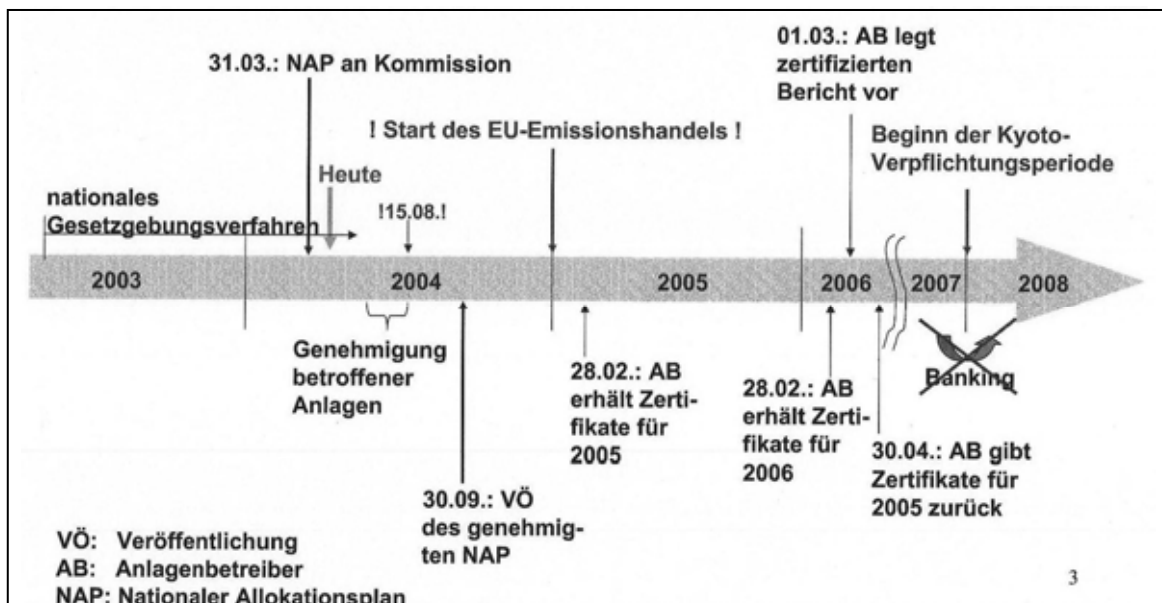


Abbildung 2: Zeitlicher Fahrplan des Zertifikatehandels<sup>39</sup>

### 2.1.1 Der Emissionsrechtehandel als flexibles Instrument des Kyoto-Protokolls

Das Kyoto-Protokoll legt erstmals völkerrechtlich verbindliche und kontrollierbare Klimaschutzziele für Nationalstaaten fest. In Artikel 3 des Protokolls verpflichten sich Industriestaaten<sup>40</sup> **weltweit**, den Ausstoß von Treibhausgasen (vor allem CO<sub>2</sub>-Emissionen) im Mittel der Jahre 2008 bis 2012 bezogen auf das Basisjahr 1990 gemeinsam um wenigstens insgesamt 5% zu verringern.<sup>41</sup>

Der **Emissionsrechtehandel** ist nach Artikel 17 des Kyoto-Protokolls eines der drei festgelegten flexiblen Mechanismen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>42</sup> Artikel 6 und 12 des Kyoto-Protokolls bestimmen die Grundlagen der andern

<sup>39</sup> Abbildung: Dienhart, 2004, S. 3.

<sup>40</sup> Für eine Aufzählung aller Annex-B-Staaten (verpflichteten Staaten) siehe Anlage B des Kyoto-Protokolls.

<sup>41</sup> Vgl. Lucht, 2005, S. 8.

<sup>42</sup> Vgl. Lucht, 2005, S. 9.

beiden flexiblen Instrumente, **Joint Implementation** (Gemeinsame Umsetzung) und **Clean Development Mechanism** (Umweltverträgliche Entwicklung).<sup>43</sup>

Joint Implementation (JI) bedeutet die Minderung von Treibhausgasen durch Projekte zwischen Industrieländern (zwischen Annex-B-Staaten, d.h. den Ländern, die sich zur Teilnahme am Kyoto-Protokoll bzw. zur Reduktion der Treibhausgase verpflichtet haben).

Clean Development Mechanism (CDM) bedeutet die Minderung von Treibhausgasen durch Projekte zwischen Industrie- und Entwicklungsländern (zwischen Annex-B- und Nicht-Annex-B-Staaten, d.h. zwischen Ländern, die sich zur Realisierung des Kyoto-Protokolls verpflichtet haben und Ländern, die sich nicht verpflichtet haben).<sup>44</sup>

CDM ist ab dem Jahr 2005 nutzbar, wohingegen JI erst ab dem Jahr 2008 richtig einsetzbar sein wird.<sup>45</sup>

Im Rahmen des CDM können Unternehmen aus **Industrieländern (Annex-B-Ländern<sup>46</sup>)** in umweltfreundliche Technologien in **Entwicklungsländern (Nicht-Annex-B-Ländern<sup>47</sup>)** investieren. Dafür erhalten sie Emissionsgutschriften (Certified Emission Reductions, CERs), welche sie sich, nach der Verifizierung dieser durch einen Aufsichtsrat, in ihrem eigenen Land anrechnen lassen können. Der Zweck dieser Maßnahme ist die Senkung der Vermeidungskosten (Senkung der Kosten der Emissionsreduktion) der Investoren und der gleichzeitige Kapital- und Technologietransfer in Entwicklungsländer.<sup>48</sup>

Im Rahmen des JI investieren Unternehmen aus **Industrieländern (Annex-B-Ländern)** in umweltschonende Technologien in anderen **Industrieländern (Annex-B-Ländern)**, wenn dort die Realisierung des Projekts kostengünstiger möglich ist, und erhalten dafür anrechenbare Emissionsgutschriften (Emission Reduction Units, ERUs).

---

<sup>43</sup> Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM) werden zwar als eigene flexible Mechanismen des Kyoto-Protokolls bezeichnet, sie sind jedoch eigentlich Bestandteile des Emissionsrechtehandels zur Erlangung von Emissionsgutschriften außerhalb des eigenen Landes.

<sup>44</sup> Vgl. Michaelowa, 2005, S. 139 ff.

<sup>45</sup> Vgl. Schafhausen, 2005, S. 70.

<sup>46</sup> Am Kyoto-Protokoll beteiligte Länder.

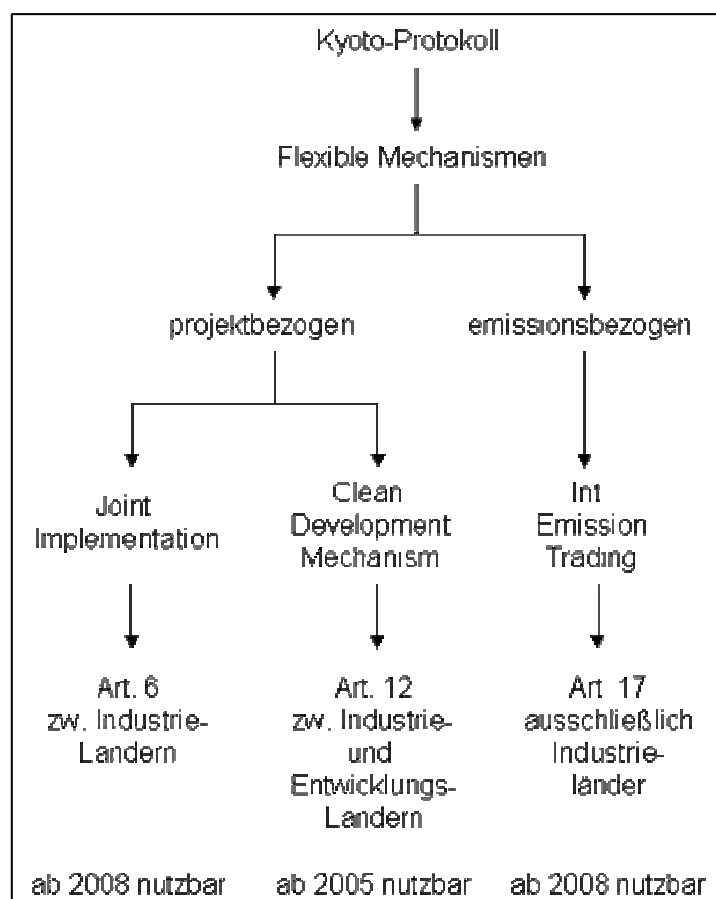
<sup>47</sup> Am Kyoto-Protokoll **nicht** beteiligte Länder.

<sup>48</sup> Vgl. Michaelowa, 2005, S. 137.

Der grundlegende Unterschied zwischen CDM und JI ist, dass die aus den CDM-Projekten hervorgehenden Emissionsgutschriften, die am Anfang einer Handelsperiode den Annex-B-Ländern zugeteilten Mengeneinheiten erhöhen (es werden zusätzliche Emissionsrechte in einem Nicht-Annex-B-Land, welches nicht am Kyoto-Protokoll beteiligt ist und dadurch auch keine Zertifikate bekommt, geschaffen), während JI nur eine Verschiebung der anfangs zugeteilten Mengeneinheiten von einem Annex-B-Land in ein anderes Annex-B-Land bedeutet, d.h. die Gesamtmenge der handelbaren Zertifikate nicht erhöht.

Das Regelwerk und die Kontrollmechanismen für den CDM sind daher besonders streng, damit nicht durch den Missbrauch von CDM-Projekten Klimaschutzziele unterlaufen werden.<sup>49</sup>

Folgende Grafik veranschaulicht nochmals die Unterschiede der drei flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls:



**Abbildung 3: Die flexiblen Mechanismen nach dem Kyoto-Protokoll<sup>50</sup>**

<sup>49</sup> Vgl. Lucht, 2005, S. 10

<sup>50</sup> Vgl. Abbildung: Schafhausen, 2005, S. 64.

Der internationale Emissionsrechtehandel, CDM- und JI-Projekte wurden mit der Bezeichnung „flexible Mechanismen“ versehen, weil sie im Gegensatz zu starren ordnungspolitischen oder regulatorischen Instrumenten zulassen, das Emissionsminderungsziel möglichst kosteneffizient zu erreichen. Es wird keine Reihenfolge vorgegeben, in welcher die Anwendung der Instrumente stattzufinden hat, sondern sie können in der Reihenfolge nach ihren spezifischen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten zum Einsatz gebracht werden.<sup>51</sup>

**Die Instrumente ‚Clean Development Mechanism‘ und ‚Joint Implementation‘ können als Bestandteile des Emissionshandels zur Erlangung von Emissionsgutschriften außerhalb des eigenen Landes betrachtet werden.** Die Erklärung der Rolle von CDM und JI als Teil des Emissionshandels schien an dieser Stelle als Beitrag zum Grundverständnis des gesamten Spektrums relevant, im weiteren Verlauf der Arbeit wird jedoch auf diese Mechanismen nicht mehr gesondert eingegangen.<sup>52</sup>

Die den CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel betreibenden Unternehmen sind im Rahmen des Emissionsmanagements mit vier grundlegenden Tätigkeitsbereichen konfrontiert:<sup>53</sup>

1. Anstreben von CO<sub>2</sub>-Reduktion bei der technischen Planung von Neuanlagen und bei der Adaption bereits bestehender Anlagen
2. Erfüllung der administrativen Auflagen (wie beispielsweise das jährliche Einreichen des Emissionsberichtes)
3. Integrieren der Zertifikatekosten in die wirtschaftliche Gesamtrechnung hinsichtlich des Anlagenbetriebs (Gegenüberstellung der Zertifikate- und Vermeidungskosten)
4. Risikomanagement

Nach einer bündigen Erklärung der Funktionsweise des Zertifikatehandels in Kapitel 2.1.2 wird auf Punkt 3 (Kap. 2.1.3) und Punkt 4 (Kap. 2.1.4) gesondert Bezug genommen.

---

<sup>51</sup> Vgl. Lucht, 2005, S. 9.

<sup>52</sup> In dieser Arbeit wird nicht zwischen Umweltinvestitionen im eigenen Land, Umweltinvestitionen in einem anderen Industrieland und Umweltinvestitionen in einem Entwicklungsland differenziert. Es wird untersucht, ob die Unternehmen durch die Einführung des Emissionshandels überhaupt Umweltinvestitionen vornehmen.

<sup>53</sup> Vgl. Marci, 2005, S. 117.

### 2.1.2 Funktionsweise des Emissionshandels

Das EU-Emissionshandelssystem wird, wie bereits in der Einleitung berichtet, in der Vorperiode von 2005-2007 realisiert. Es funktioniert nach demselben Prinzip, wie das hier erörterte Kyoto-Handelssystem, es sind allerdings ausschließlich EU-Staaten am Handel beteiligt und die zugeteilten Emissionsberechtigungen heißen nicht AAUs (Assigned Amount Units), sondern EUAs (EU Allowance).

Jedes Annex-B-Land beansprucht für sich eine zugeteilte Zertifikatmenge (Assigned Amount), welche sich für den Zeitraum 2008-2012 aus den Emissionen des Basisjahrs (1990) und dem vereinbarten nationalen Erfüllungsfaktor berechnet. Diese AAUs eines Landes werden weiter auf die einzelnen am Handel teilnehmenden Unternehmen (Emittenten) des Staates aufgeteilt.

Im Rahmen des EU-Zertifikatehandels wurde zunächst für die erste Handelsperiode von 2005 bis 2007 nach dem gleichen Prinzip im nationalen Allokationsplan (NAP) bestimmt, wie viele EUAs pro Land bzw. pro Unternehmen<sup>54</sup> jeweils zugeteilt werden. Der NAP wurde von den meisten EU-Staaten bereits 2004 eingereicht.

Die zugeteilten Emissionsberechtigungen sind nicht nur unter den Regierungen handelbar, vielmehr soll der Handel als flexibles Instrument vor allem durch privatwirtschaftliche Unternehmen erfolgen.

Der Mechanismus ist grundsätzlich einfach und verständlich<sup>55</sup>: Unternehmen, die mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen ausstoßen, als ihnen durch die zugeteilten Zertifikate erlaubt wäre, können Emissionsrechte zukaufen. Unternehmen, welche weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen ausstoßen, als ihnen erlaubt wäre, können Lizenzen verkaufen.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Zu Kriterien für die Zugehörigkeit von Anlagen zum Emissionshandelssystem siehe Lucht, 2005, S. 15, Tabelle 1.3 und Emissionszertifikatgesetz (EZG) § 2.

<sup>55</sup> Kompliziert wird der Mechanismus erst durch die mögliche Verwendung der anderen flexiblen Mechanismen und die Risikoabsicherung.

<sup>56</sup> Vgl. Levin, 2005, S. 73.

Käufer und Verkäufer können direkt oder durch einen Makler vermittelt in Kontakt treten und handeln sich so den exakten Preis und die Menge aus. Ein rein zwischenstaatlicher Handel hätte nicht genügend Flexibilität und eine zu begrenzte Teilnehmeranzahl, um Marktmechanismen in vollem Umfang zum Tragen zu bringen.<sup>57</sup>

Um die Transaktionen zwischen anbietenden und nachfragenden Emittenten zu dokumentieren und um die Emissionsentwicklung der einzelnen Anlagen nachverfolgen zu können, ist ein transparentes Monitoringsystem, eine Art ökologische Buchführung, notwendig.<sup>58</sup> Die Anforderungen an den Emissionsbericht sind Vollständigkeit, Konsistenz, Transparenz, Genauigkeit, Kostenwirksamkeit, Wesentlichkeit und Verlässlichkeit.<sup>59</sup>

### **2.1.3 Technik der CO<sub>2</sub> Emissionsminderung**

Durch den Zertifikatehandel soll sichergestellt werden, dass die notwendige CO<sub>2</sub>-Reduktion durch die jeweils kostengünstigste Maßnahme realisiert wird.<sup>60</sup>

Ein Anlagenbetreiber muss als Emittent die Kosten verschiedener an dieser Anlage durchführbaren Reduktionsmaßnahmen kennen, um abschätzen zu können, ob die Kosten dieser Maßnahmen (Vermeidungskosten) geringer sind als der Zukauf für Emissionsrechte zum aktuellen Marktpreis.<sup>61</sup>

Ein Emittent wird solange Emissionsvermeidung betreiben, bis ein Emissionsniveau erreicht ist, bei dem die Grenzvermeidungskosten (Vermeidungskosten einer zusätzlichen Tonne CO<sub>2</sub>) gleich dem Marktpreis der Zertifikate sind.<sup>62</sup> D.h. solange die Reduktionsmaßnahmen zu geringeren Kosten realisierbar sind als durch den Zukauf der zusätzlich benötigten Emissionsrechte entstehen würden, wird Emissionsvermeidung betrieben. Wenn die Vermeidungskosten durch die Umsetzung weiterer Minderungsmaßnahmen die Höhe der Zertifikatekosten übersteigen würden, wird keine weitere CO<sub>2</sub>-Emissionsvermeidung mehr durchgeführt.

---

<sup>57</sup> Vgl. Schafhausen, 2005, S. 66

<sup>58</sup> EZG § 5, 7 und 8.

<sup>59</sup> Vgl. Dienhart, 2004, S. 9:

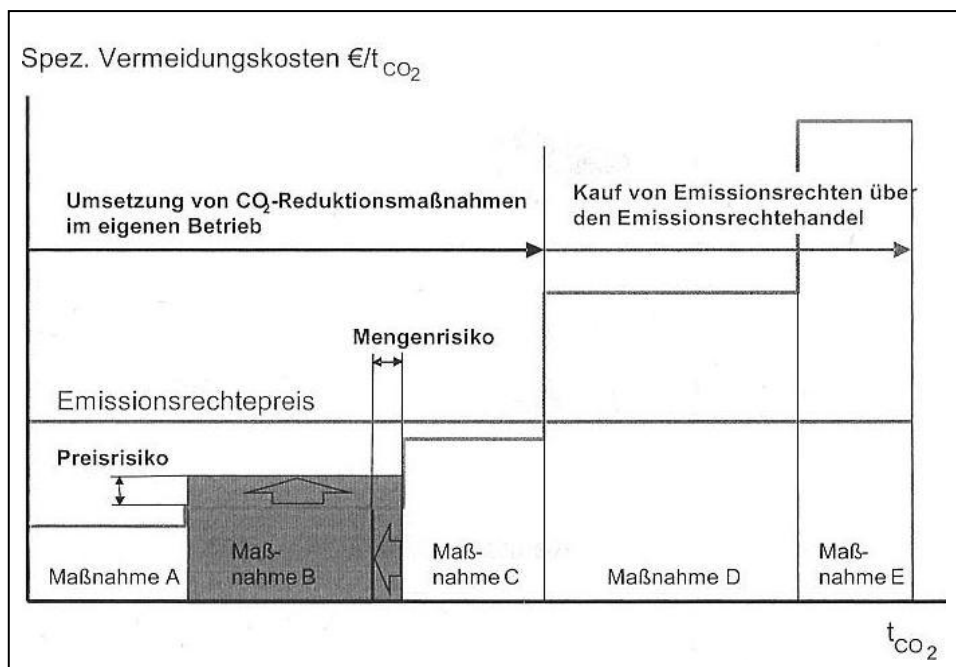
<sup>60</sup> Vgl. Levin, 2005, S. 73.

<sup>61</sup> Vgl. Bockamp et al., 2005, S. 153.

<sup>62</sup> Vgl. Weimann, 1990, S. 158.



Folgende Grafik zeigt, dass mit zunehmenden Vermeidungsanstrengungen die Grenzvermeidungskosten stark ansteigen, da die Realisierung zusätzlicher technischer Maßnahmen zunehmend kostenintensiver wird:



**Abbildung 4: Vermeidungskostenkurve<sup>63</sup>**

Theoretisch erscheint dieses Modell einfach und plausibel. In der Praxis bringt es jedoch aufgrund gewisser Unsicherheitsfaktoren einige Schwierigkeiten mit sich.

Selbst wenn dem Anlagenbetreiber die möglichen CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen bei einer Bestandsanlage bereits bekannt sind, ergibt sich das Problem bei der Abschätzung der Kosten dieser und der Gegenüberstellung der Kosten der zusätzlich benötigten Emissionszertifikate und der Vermeidungskosten.

Die Entscheidung, ob in die Durchführung von Reduktionsmaßnahmen investiert wird oder nicht, ist eine langfristige. Der sich aus Angebot und Nachfrage ergebende Zertifikatepreis ist ein dynamischer Wert.<sup>64</sup> D.h. er verändert sich ständig, seine Abschätzung ist nur ungefähr und unter Einkalkulierung von Unsicherheitsfaktoren möglich.

<sup>63</sup> Abbildung: Bockamp, 2005, S. 156.

<sup>64</sup> Vgl. Spangardt und Meyer, 2005, S. 219.

Die Erstellung der Grenzvermeidungskostenkurve ist daher durch die Verfügung über ausschließlich unsichere Werte erschwert. Hat sich ein Anlagenbetreiber aufgrund der Vermeidungskostenkurve für die Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen entschieden, kann nicht mehr auf Zertifikatepreisänderungen reagiert werden.

Sollte die CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion nur durch den Einsatz einer Neuanlage stattfinden können, muss vorerst in die technische Entwicklung der Neuanlage investiert werden. Das Ergebnis der eingesetzten Forschungs- und Entwicklungskosten ist unsicher. Die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Zertifikatepreises ebenfalls. Hier ist eine Gegenüberstellung der Kosten noch komplexer.

#### **2.1.4 Risikofaktoren im Emissionshandel**

Im Folgenden werden die bereits angesprochenen wesentlichen Risikofaktoren, die ein vom Emissionshandel betroffenes Unternehmen bei der Make-Or-Buy-Entscheidung (Emissionsminderung oder Emissionrechtezukauf) zu berücksichtigen hat, diskutiert.

##### **2.1.4.1 Preisrisiko**

Der Emissionszertifikatepreis ergibt sich aus Angebot und Nachfrage, seine Entwicklung ist daher nicht genau prognostizierbar. Alle Teilnehmer des CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandels sind dem Preisrisiko ausgesetzt. Sowohl diejenigen, welche Minderungsmaßnahmen durchführen und Zertifikate verkaufen können (da sie die Höhe der Einnahmen durch den Verkauf der „freigewordenen“ Zertifikate und damit den Abdeckungsgrad der CO<sub>2</sub>-Minderungskosten nicht exakt abschätzen können), als auch diejenigen, welche sich entschieden haben vorwiegend zusätzlich benötigte Zertifikate zur Abdeckung ihres CO<sub>2</sub>-Emissionsausstoßes zuzukaufen (da die Höhe der Gesamtkosten durch die Unsicherheit über die Zertifikatestückkosten nicht exakt kalkulierbar ist).<sup>65</sup>

##### **2.1.4.2 Mengenrisiko**

Die Unternehmen machen ihre Emissionshandelsstrategie auch von der prognostizierten ausgestoßenen Emissionsmenge abhängig. Letztlich kann

---

<sup>65</sup> Vgl. Spangardt und Meyer, 2005, S. 219.

zwischen der tatsächlichen Menge der Emissionen und der Emissionsprognose eine Differenz entstehen, welche entweder eine Über- oder Unterdeckung der Emissionen zufolge haben kann. (Ein Unternehmen nimmt eine Emissionsminderung vor und rechnet dadurch mit der Senkung um ein gewisses Quantum an Emissionen. Wenn die Maßnahme effizienter als angenommen ausfällt, ist der CO<sub>2</sub>-Austoß noch geringer als angenommen. Wenn die Maßnahme weniger effizient ausfällt als prognostiziert, ist der CO<sub>2</sub>-Austoß doch höher als ursprünglich angenommen und es müssen (mehr) zusätzliche Zertifikate zugekauft werden.) Möglicherweise kommt es bei zu vielen Anlagenbetreibern zu einer Unterdeckung der ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Menge durch Emissionslizenzen. In diesem Fall könnte es sogar sein, dass nicht ausreichend Zertifikate auf dem Markt erhältlich sind, d.h. ein Zertifikateengpass entsteht.<sup>66</sup>

#### **2.1.4.3 Projektrisiko**

Bei der Planung der Umsetzung von Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion an eigenen oder ausländischen Anlagen (JI/CDM-Projekte) muss das am CO<sub>2</sub>-Handel beteiligte Unternehmen die zu erwartende Emissionsminderung und die zu erwartenden Vermeidungskosten mit den zu erwartenden Marktpreisen der Zertifikate vergleichen.

Das Projektrisiko umfasst daher sowohl das Mengen- als auch das Preisrisiko. Es kann aufgrund äußerer Einflüsse oder technischer Probleme zu Schwankungen bei den eingesparten Emissionen kommen, und durch eine veränderte Nachfrage nach Emissionsberechtigungen können Marktpreisschwankungen eintreten. Dadurch kann ein als wirtschaftlich eingeschätztes Projekt sich nachträglich als unwirtschaftlich erweisen.

Nach eingehender Analyse der Risikofaktoren ziehen Unternehmen, die sich für die Make-Variante (Minderungsprojekte) entschieden haben, möglicherweise ein teureres Projekt mit geringerem Risiko einem günstigeren Projekt mit höherem wirtschaftlichem Risiko vor.<sup>67</sup>

---

<sup>66</sup> Vgl. Marci, 2005, S. 131.

<sup>67</sup> Vgl. Spangardt und Meyer, 2005, S. 221.

Die Monte-Carlo-Simulation ist ein gutes Instrument zur Abbildung und Quantifizierung der Unsicherheiten im Emissionsrechtehandel. Die zukünftigen eigenen Emissionen (zur Veranschaulichung des Mengenrisikos) und der zukünftige Preisverlauf (zur Veranschaulichung des Preisrisikos) und die zukünftigen Emissionsminderungen eines Emissionsminderungsprojektes (zur Veranschaulichung des Projektrisikos) können analog mit geeigneten Monte-Carlo-Zeitreihenmodellen erfasst werden.<sup>68</sup>

#### **2.1.4.4 Absicherungsinstrumente und Handelsstrategien der Unternehmen**

Alle am CO<sub>2</sub>-Emissionshandel beteiligten Unternehmen sind den oben angeführten Risiken ausgesetzt. Die Herausforderung ist, das Risiko im Emissionsmanagement zu integrieren und, ihm so gut wie möglich entgegenzuwirken. Unternehmen haben folgende Handlungs- bzw. Absicherungsmöglichkeiten:

##### **1. Frühzeitige Emissionsminderung<sup>69</sup>**

Ein vorausschauender Anlagenbetreiber, dessen Grenzvermeidungskostenkurve ergibt, dass CO<sub>2</sub>-Reduktionsmaßnahmen an seiner Anlage geringere Kosten als der Zukauf der Zertifikate verursachen würde, geht dieser Maßnahme bereits bei Einführung des Emissionsrechtehandels nach, um rechtzeitig von der Volatilität des Zertifikatemarktpreises unabhängig zu sein.

Sollten nach dem aktuellen Stand der Forschung keine CO<sub>2</sub>-Minderungsprojekte an der eigenen Anlage durchführbar sein, hat der Betreiber – wenn er die Entwicklung einer umweltverträglichen Neuanlage für zu riskant und zu kostspielig hält – verschiedene Möglichkeiten, zusätzliche Zertifikate zu besorgen um dadurch den Schwankungen des Zertifikatepreises so weit wie möglich auszuweichen:

##### **2. Strategische Ansätze für die Beschaffung von Zertifikaten<sup>70</sup>**

###### **a. Joint Implementation- bzw. Clean Development Projekte**

---

<sup>68</sup> Vgl. Spangardt und Meyer, 2005, S. 226.

<sup>69</sup> Vgl. Schwarz, 2005, S. 214.

<sup>70</sup> Vgl. Schwarz, 2005, S. 214.

Durch die Beteiligung an projektbezogenen Reduktionsmaßnahmen in anderen Industrieländern (JI) – ab 2008 nutzbar – oder in Entwicklungsländern (CDM) – ab 2005 nutzbar – können zusätzliche Zertifikate erworben werden, um damit das Emissionsbudget um diese Emissionsgutschriften zu erhöhen.

#### b. Derivate

Durch Derivative Finanzinstrumente wie Forwards (Vereinbarung über die Lieferung einer fixen Menge Emissionslizenzen zu einem fixen Zeitpunkt in der Zukunft zu einem im Voraus vereinbarten fixen Preis) und Optionen (das Recht, aber nicht die Pflicht eine bestimmte Menge an Emissionszertifikaten zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft zu einem im Voraus festgelegten Preis zu kaufen oder zu verkaufen) kann das Preisrisiko vermieden werden.

Die Kombination mehrerer Absicherungsinstrumente ermöglicht einen hohen Grad an Risikominimierung.

### 2.1.5 Schwächen des Handelssystems

Auch wenn der internationale und der EU-weite Emissionshandel ab der 2. Handelsperiode letztlich kompatibel sein müssen, um die gemeinsamen Kyoto-Ziele erreichen zu können, werden in der Übergangsphase (am Ende der ersten Handelsperiode und am Beginn der 2. Handelsperiode) einige Konflikte zu bewältigen sein, bis die Kompatibilität greifen kann.

Viele Umweltorganisationen befürchten, eine durch pragmatische Kosteneffizienz geprägte Abwicklungsmentalität der Unternehmen und der Regierungen könnte die glaubwürdige Umsetzung der originären Klimaschutzziele gefährden.<sup>71</sup> Genannt seien hier erstens die Möglichkeit, ab 2008 den Klimaschutzpflichten vorwiegend durch den Ankauf von Zertifikaten aus den „Hot-Air“-Ländern<sup>72</sup> gerecht zu werden, ohne dass echte Reduktionen

---

<sup>71</sup> Vgl. Lucht, 2005, S. 18.

<sup>72</sup> „Hot-Air“-Länder nennt man die Länder, in denen zur Erreichung der Kyoto-Ziele wahrscheinlich keine Maßnahmen zur Emissionsreduktion nötig sein werden, weil die CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 1990, wie z.B. in Russland, aufgrund der kollabierenden Wirtschaft drastisch zurückgegangen sind. Dadurch kann eine große Anzahl an CO<sub>2</sub>-Zertifikaten verkauft werden, ohne dass Reduktionsmaßnahmen durchgeführt wurden; vgl. Lucht, 2005, S. 11.

erzielt werden, zweitens die „Verglimpfung“ strenger Monitoring-Maßnahmen, sowie drittens großzügige Angaben der Unternehmen über die in den letzten Jahren ausgestoßenen Emissionsmengen, um bei den auferlegten Reduktionen Spielraum zu gewinnen<sup>73</sup>.

KMUs (kleinere und mittlere Unternehmen) haben einen bedeutenden Nachteil gegenüber großen Unternehmen in mehrerer Hinsicht: Große Unternehmen haben im Unterschied zu KMUs die Möglichkeit, Lobbyisten einzusetzen und dadurch mehr Emissionsberechtigungen zugeteilt zu bekommen. Auch die administrative Arbeit zur Erfüllung aller Kriterien bis zum Beginn des Emissionshandels (das Vorweisen diverser Aufzeichnungen über die Emissionsausstöße der letzten Jahre, den Nachweis besonderer Umstände, wenn um zusätzliche Emissionsberechtigungen angesucht wird, etc. ) kann in großen Unternehmen durch den Einsatz bereits vorhandener Arbeitskräfte oder externer Berater leichter abgewickelt werden als in kleinen Unternehmen, welche über knappe Arbeitskapazitäten verfügen. Ungerechter Weise werden die großen Unternehmen durch ihren höheren Einfluss und das Ausschachten von Ausnahmeregeln (für zusätzliche Berechtigungen) über genügend Zertifikate verfügen und zum Emissionsanbieter werden, wohingegen die kleinen Unternehmen – wenn sie keine Möglichkeit haben, Emissionsminderungen zu realisieren – in die Rolle der Zertifikatenachfrager gedrängt werden.<sup>74</sup>

Weiters kann die EU-Emissionshandelsrichtlinie von allen Mitgliedsstaaten unterschiedlich ausgelegt werden, da sie nur einen Rahmen für den Handel vorgibt. Dadurch entsteht Wettbewerb zwischen den EU-Ländern. Eine harmonisierte Durchführung des Emissionshandels zwischen allen beteiligten Ländern wäre daher zumindest ab der zweiten Handelsperiode wünschenswert. Allerdings steht dazu eine allseitige Einigung noch aus und zeichnet sich als vielschichtig problematisch ab.<sup>75</sup>

---

<sup>73</sup> Vgl. Butzengeiger und Michaelowa, 2004, S. 3.

<sup>74</sup> Vgl. Levin, 2005, S. 81.

<sup>75</sup> Vgl. Butzengeiger und Michaelowa, 2004, S. 3.

## 2.2 Technologische Innovation

Nachfolgend wird die technologische Innovation als hier angewandter Begriff präzisiert und die Probleme, mit welchen die Unternehmen in Bezug auf Umweltinnovationen unmittelbar konfrontiert sind, besprochen.

### 2.2.1 Stufen des Innovationsprozesses

Schumpeter unterteilt den Prozess des technologischen Wandels in folgende drei Stufen<sup>76</sup>

- 1) *Invention*: Die erste Entwicklung eines wissenschaftlich oder technisch neuen Produktes oder Prozesses. (Die Patentierung wissenschaftlicher oder technischer Erfindungen sollte bereits auf dieser Stufe erfolgen.)
- 2) *Innovation*: Die Transformation der neuen technischen Entwicklung in ein kommerzielles Produkt oder einen kommerziellen Prozess (erreicht durch ständige Verbesserung und Verfeinerung der Erfindung). D.h. das neu entwickelte Produkt bzw. der neu entwickelte Prozess wird auf dem Markt verfügbar gemacht.
- 3) *Diffusion*: Die Annahme, Anwendung und Verbreitung einer erfolgreichen Innovation.

Der Innovationsprozess wird durch F&E-Ausgaben eingeleitet, die in den ersten beiden Stufen, *Invention* und *Innovation* – hauptsächlich in privaten Unternehmen – getätigt werden. Daher werden *Invention* und *Innovation* oft vereinfacht auch als F&E-Prozess bezeichnet.<sup>77</sup>

---

<sup>76</sup> Vgl. Schumpeter, 1997.

<sup>77</sup> Vgl. Löschel, 2002b, S. 3.

Hemmelskamp<sup>78</sup> detailliert den Innovationsprozess, indem er die erste Stufe von Schumpeters Innovationsprozess (*Invention*) noch weiter unterteilt:

- 1) Forschung (*Invention*)
- 2) Entwicklung (*Invention*)
- 3) Erfindung (*Invention*)
- 4) Markteinführung (*Innovation*)
- 5) Diffusion (*Diffusion*)

Hemmelskamp subsumiert Forschung, Entwicklung und Erfindung unter dem Begriff „Technologischer Fortschritt“. Forschung, Entwicklung, Erfindung und Markteinführung wiederum subsumiert er unter dem Begriff „Technischer Fortschritt“.

Diese Arbeit verwendet die Schumpeter'sche Struktur des 3-stufigen Innovationsprozesses, der synonym auch mit der Bezeichnung „technologischer Fortschritt“ oder „technologischer Wandel“ angeführt wird. Wie in der Literatur mehrheitlich, wird hier zwischen den ersten beiden Stufen, *Invention* und *Innovation* nicht unterschieden, sondern sie werden zusammen als eine Stufe behandelt und mit Bezeichnungen wie ‚technologische Innovation‘, ‚F&E-Aktivitäten‘, ‚Innovationsaktivitäten‘, ‚Entwicklung einer neuen Technologie‘ oder einfach ‚Innovation‘, versehen. Die dritte Stufe des Innovationsprozesses, *Diffusion*, spielt in dieser Arbeit eine vernachlässigbare Rolle, da sie nicht Gegenstand der ihr zugrunde liegenden Untersuchung ist.

### 2.2.2 Innovationsmodelle

#### a) Neoklassisches oder „Induced-Innovation“ Modell

Hier wird davon ausgegangen, dass Größe und Art der F&E-Aktivitäten von der Bestrebung der Unternehmen bestimmt wird, den erwarteten diskontierten Barwert der Cash-Flows zu **maximieren**. Der Output der F&E-Investitionen wird als „knowledge capital“ bezeichnet, als ein immaterieller Anlagenwert, den

---

<sup>78</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999, S. 61.



Unternehmen genauso wie andere Vermögenswerte nutzen um Umsätze zu generieren.<sup>79</sup>

*„...technological innovation is an economic activity. It arises from the efforts of profit-maximizing agents within the economy...”<sup>80</sup>*

Nachfrage- und Preisänderungen wirken sich nach dem neoklassischen Modell (in Anlehnung an das mikroökonomische Modell von Hick) auf das Wissens- und Technologieangebot der Unternehmen aus<sup>81</sup>.

Nachdem die F&E-Aktivitäten von Unternehmen Profit maximierend getätigt werden, verändert sich der Innovationsgrad bei der Erhöhung relativer Preise (z.B. Erhöhung der Preise ökologischer Inputs) durch Umweltregulierungen.

Das Induced-Innovation Modell nimmt daher zwar an, dass Umweltregulierungen den Innovationsgrad erhöhen können, aber es glaubt nicht daran, dass die zusätzliche Beschränkung durch die Einführung einer Umweltregulierung zu erhöhter Produktivität führen kann<sup>82</sup>:

Vor der Einführung der Umweltregulierung haben die Unternehmen durch ihr Profit maximierendes Innovationsverhalten – unter Berücksichtigung der Umweltproblematik<sup>83</sup> – ihre (ökonomisch) optimale Innovationsstrategie verfolgt. Durch die zusätzliche Beschränkung der Umweltregulierung können sie nur von der (ökonomisch) optimalen Innovationsstrategie zu einer (ökonomisch) nicht optimalen wechseln, was zu geringerer Produktivität führt. Falls sie ihre Innovationsstrategie beibehalten möchten, d.h. die Innovationsinvestitionen nicht erhöhen, müssen sie die Kosten der Umweltauflagen tragen, was ihre Produktivität ebenfalls verschlechtert.

In Kapitel 4.2.3 wird die neoklassische Wachstumstheorie besprochen.

#### b) Evolutorisches Modell

Ausgehend von der Erkenntnis, dass gerade die hohe Unsicherheit über den Erfolg der F&E-Investitionen es den Unternehmen besonders erschwert, ihre

---

<sup>79</sup> Vgl. Grilliches, 1979

<sup>80</sup> Lösche, 2002b, S.11.

<sup>81</sup> Vgl. Lösche, 2002a, S. 106.

<sup>82</sup> Vgl. Jaffe et al., 2002, S. 6.

<sup>83</sup> Die Berücksichtigung der Umweltproblematik war in ihrer Innovationsstrategie eben nicht ausreichend!

F&E-Entscheidungen zu optimieren, haben Nelson und Winter<sup>84</sup> (zentrale Vertreter der evolutorischen Innovationstheorie) unter Heranziehung der Gedanken von Herbert Simon<sup>85</sup> postuliert, dass Unternehmen sich im F&E-Prozess beschränkt rational (**boundedly rational**), d.h. nicht optimierend (*optimizing*) sondern „zufrieden stellend“ (*satisficing*) verhalten. Sie treffen ihre F&E-Entscheidungen größtenteils nach Daumenregeln und Routinen.<sup>86</sup>

Dadurch, dass Unternehmen innerhalb des evolutorischen Modells nicht als Optimierer agieren, besteht die Möglichkeit, dass durch Ereignisse wie die Einführung einer umweltpolitischen Maßnahme, Unternehmen gezwungen werden ihre Strategie zu überdenken und daraufhin eine profitablere erschließen.<sup>87</sup>

Nach dem evolutorischen Ansatz kann es daher durch die Einführung von Umweltregulierungen durchaus zu einer win-win Situation kommen, d.h., dass durch die neue Strategie sowohl Schadstoffe reduziert, als auch Profite erhöht werden.<sup>88</sup> (Nach der neoklassischen Theorie kann dagegen eine Umweltregulierung die Unternehmen nur ökonomisch schlechter stellen, da die **optimale** Innovationsstrategie bereits als bekannt unterstellt wird und demnach hinzukommende umweltpolitische Maßnahmen nur zusätzliche Kosten verursachen können.)

In Kapitel 4.2.3 wird die evolutorische Wachstumstheorie besprochen.

#### c) „Path-Dependence“ Modell

Die zwei grundlegenden Innovationsmodelle, der neoklassische (induced-innovation) Ansatz und der evolutorische Ansatz, werden durch den historisch fundierten „path-dependent“ (pfadabhängigen) Ansatz ergänzt. Er steht nicht im Widerspruch zu den bekannten Innovationsmodellen, sondern versucht, diese zu erweitern.

Der pfadabhängige Ansatz betrachtet den technologischen Wandel als von historisch aufeinander folgenden Innovationsereignissen des Unternehmens abhängig.

---

<sup>84</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982.

<sup>85</sup> Vgl. Simon, 1959.

<sup>86</sup> Zu „bounded rationality“ und evolutorische Wachstumstheorie siehe Kapitel 4 Theoretische Konzeption

<sup>87</sup> Vgl. Jaffe et al., 2002, S. 5.

<sup>88</sup> Vgl. Lösche, 2002a, S. 107.

Sollten diese in die falsche Richtung gelenkt worden sein, dann wird das Unternehmen vorerst keine erfolgreiche Innovation einführen können und große Anstrengungen auf sich nehmen müssen, um wieder auf den richtigen Innovationspfad zu gelangen.<sup>89</sup>

Erfolgreiche Pfade können oft zu einem „Lock-in“ führen, weil immer wieder in den gleichen Pfad investiert wird, wobei die peripheren Elemente des Pfades zwar ständig verbessert werden und die steigenden Adoptionserträge wie Lern-, Netzwerk- und Skaleneffekte ausgenutzt werden können, sich dadurch aber Innovationshemmnisse für alternative Pfade ergeben (auch wenn sich diese potenziell als besser erweisen könnten).<sup>90</sup>

Als Grundlage dieser Arbeit wurde der evolutorische Ansatz gewählt. Im Detail wird dieser in Kapitel 4 dargelegt.

Der Gedanke des pfadabhängigen Ansatzes fließt allerdings ebenfalls in die Arbeit ein, da auch dieser Ansatz stark realitätsbezogen (wie der evolutorische Ansatz) und nicht rein theoretisch (wie der neoklassische Ansatz) ist. Er setzt sich mit dem tatsächlichen Verhalten der Marktakteure auseinander und kann von der Pfadabhängigkeit der Unternehmen auf die eventuelle Trägheit des technologischen Fortschritts schließen.

In der Literatur wird der pfadabhängige Ansatz teilweise sogar als Bestandteil des evolutorischen Ansatzes verstanden:

*„Starke Domänen- und schwache Feldeinflüsse führen dann zu einer Verdichtung von „Paradigmen“ in Gestalt dominanter **Heuristiken** und Operatoren. Im Rahmen derartiger Paradigmen werden – beeinflusst von gesellschaftlichem Feld und ökonomischem Wettbewerb – „Pfade“ (in Gestalt einer Abfolge von **Heuristiken** und Operatoren) unter Ausnutzung dabei entstehender kumulativer Effekte exploriert.“<sup>91</sup>*

Giovanni Dosi<sup>92</sup> führte in Ahnlehnung an Thomas Kuhn<sup>93</sup> das Konzept „technologisches Paradigma“ ein. Ein technologisches Paradigma kann als

---

<sup>89</sup> Vgl. Löschel, 2002a, S. 107.

<sup>90</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 73.

<sup>91</sup> Beckenbach und Nill, 2005, S. 71.

<sup>92</sup> vgl. Dosi, 1990a, S. 224.

<sup>93</sup> Vgl. Kuhn, 1962/1996.

Rahmen bzw. Leitbild zur Lösung von techno-ökonomischen Problemen definiert werden.

Das technologische Paradigma ermöglicht es, einerseits alle Potenziale von Verbesserungsinnovationen entlang eines Pfades, einer technologischen Trajektorie, auszuschöpfen, grenzt zugleich jedoch auch den Raum für technologische Pfadänderungen (Basisinnovationen<sup>94</sup> bzw. Paradigmenwechsel) ein.<sup>95</sup>

### 2.2.3 Umweltorientierte Innovationstypen

Umweltorientierte Innovationen sind Innovationen, die der Vermeidung und Verminderung von Umweltbelastungen dienen.<sup>96</sup>

Solche Umweltinnovationen<sup>97</sup> sind beispielsweise die Entwicklung und Einführung neuer Technologien, welche einen sparsameren Ressourceneinsatz benötigen und/oder weniger Emissionen verursachen, die Entwicklung und Einführung von nachgeschalteten Entsorgungsanlagen, die Suche und Erschließung neuer Rohstoffvorkommen, die umweltschonende Gewinnung von Rohstoffen, die Substitution von Rohstoffen (durch weniger knappe bzw. weniger umweltschädliche Ressourcen oder durch regenerierbare Ressourcen) sowie die Entwicklung und Einführung umweltfreundlicher Konsumgüter.<sup>98</sup>

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird vor allem auf die Entwicklung und Einführung neuer Technologien, welche einen sparsameren Ressourceneinsatz benötigen und/oder weniger Emissionen verursachen Bezug genommen.

Bei Umweltinnovationen wird zwischen folgenden Innovationstypen unterschieden:

#### a) Produktinnovationen

Produktinnovationen umfassen die Markteinführung neuartiger oder grundlegend veränderter Produkte und die technische

---

<sup>94</sup> Zu Basisinnovationen siehe Kapitel 2.2.3 Umweltorientierte Innovationstypen

<sup>95</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 70.

<sup>96</sup> Vgl. Kemp, 1997, S. 11.

<sup>97</sup> Der Begriff „Umweltinnovation“ ist zwar semantisch nicht ganz korrekt, da nicht die Umwelt erneuert werden soll, sondern die technischen Aktivitäten, die ihrer Verbesserung dienen sollen, wird aber trotzdem weitgehend in diesem Sinne verwendet.

<sup>98</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S 16.

Leistungsverbesserung von Produkten mittels Verwendung neuer Materialien, Betriebsstoffe oder neuer funktionaler Produktbestandteile durch ein Unternehmen.<sup>99</sup>

Produktinnovationen sind stark nachfrageabhängig („demand-pull-innovation“). Selbst wenn die Innovation für die Umwelt gut wäre, die Konsumenten aber nicht auf das Produkt ansprechen, da es nicht mit ihren Präferenzen übereinstimmt, muss das Produkt wieder vom Markt genommen werden.

Ein Beispiel dafür ist der Golf Ecomatic, welcher zwar sehr treibstoffsparend arbeitet (der Motor wird automatisch ausgeschaltet, wenn er nicht gebraucht wird – z.B. bei roten Ampeln – und bei erneuter Gangeinlegung wieder automatisch eingeschaltet), jedoch dadurch an Schwung einbüßt, und somit die Präferenzen der flotten Golf-Fahrer verfehlt hat. Obwohl diese Umweltinnovation mehrere Auszeichnungen gewonnen hat, musste die Produktion des Fahrzeuges kurz nach der Markteinführung 1993 wieder eingestellt werden.<sup>100</sup>

Produktinnovationen werden hier nicht weiter besprochen, da ihre obige Beschreibung für den Aufbau dieser Arbeit als ausreichend eingeschätzt wird.

#### b) Produktions- bzw. Prozessinnovationen

Prozessinnovationen beinhalten den unternehmensinternen Übergang zu neuen oder wesentlich verbesserten Produktionsverfahren durch neue oder wesentlich verbesserte Technologien.<sup>101</sup> Umweltrelevante Prozessinnovationen dienen dazu ein bestehendes oder ein neues Produkt unter geringerem Ressourceneinsatz oder Schadstoffausstoß herzustellen.<sup>102</sup>

Prozessinnovationen sind kaum vom Nachfrageverhalten der Konsumenten, aber stark vom verfügbaren technischen Know-how des Unternehmens abhängig („supply- oder technology-push-innovation“).

---

<sup>99</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 15.

<sup>100</sup> Vgl. Beise und Rennings, 2005, S. 14.

<sup>101</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 15.

<sup>102</sup> Vgl. Klemmer et al., 1999, S. 34.

Es wird zwischen mehreren Arten von Prozessinnovationen unterschieden:

- a. Additive (End-of-Pipe) Technologien vs. prozessintegrierte Technologien

*Additive* oder *End-of-Pipe* Technologien sind dem eigentlichen Produktionsprozess nachgeschaltete Entsorgungsverfahren und Recyclingtechnologien, mit denen Rohemissionen so verändert bzw. gesäubert werden können, dass sie weniger umweltbelastend oder wieder verwendbar werden.

Sie verringern die Umweltbelastung erst im Nachhinein, werden daher auch in der Literatur als nachgelagerte Innovationen bezeichnet. Zu den additiven Technologien zählen beispielsweise Verfahren zur Dekontaminierung von Böden und Gewässern oder Filteranlagen zur Rauchgasreinigung in Kraftwerken.<sup>103</sup>

Nachgelagerte Innovationen ermöglichen die Weiterbetrieung des Prozesses mit nur geringen technischen Veränderungen und daher auch zu relativ niedrigen Kosten. Der Innovationseffekt ist allerdings häufig relativ gering und reicht dann nicht aus um die notwendigen ökologischen Effekte zu erzielen.<sup>104</sup>

*Prozessintegrierte* Umwelttechnologien hingegen können einen beachtlichen Beitrag zur Reduktion der Umweltverschmutzung leisten, da durch ihren Einsatz der Produktionsprozess grundlegend verändert wird.

Durch gänzlich neue Produktionsverfahren wird der Ressourceninput (vor allem von nicht erneuerbaren Rohstoffen) verringert und dadurch werden Emissionsminderungen herbeigeführt.

Prozessintegrierte Innovationen setzen unmittelbar an der Quelle der Emissionen an, d.h. direkt am Produktionsprozess und umfassen alle Maßnahmen, die zur Minderung des Ressourcen- und Energieeinsatzes und der Emissionen führen.<sup>105</sup>

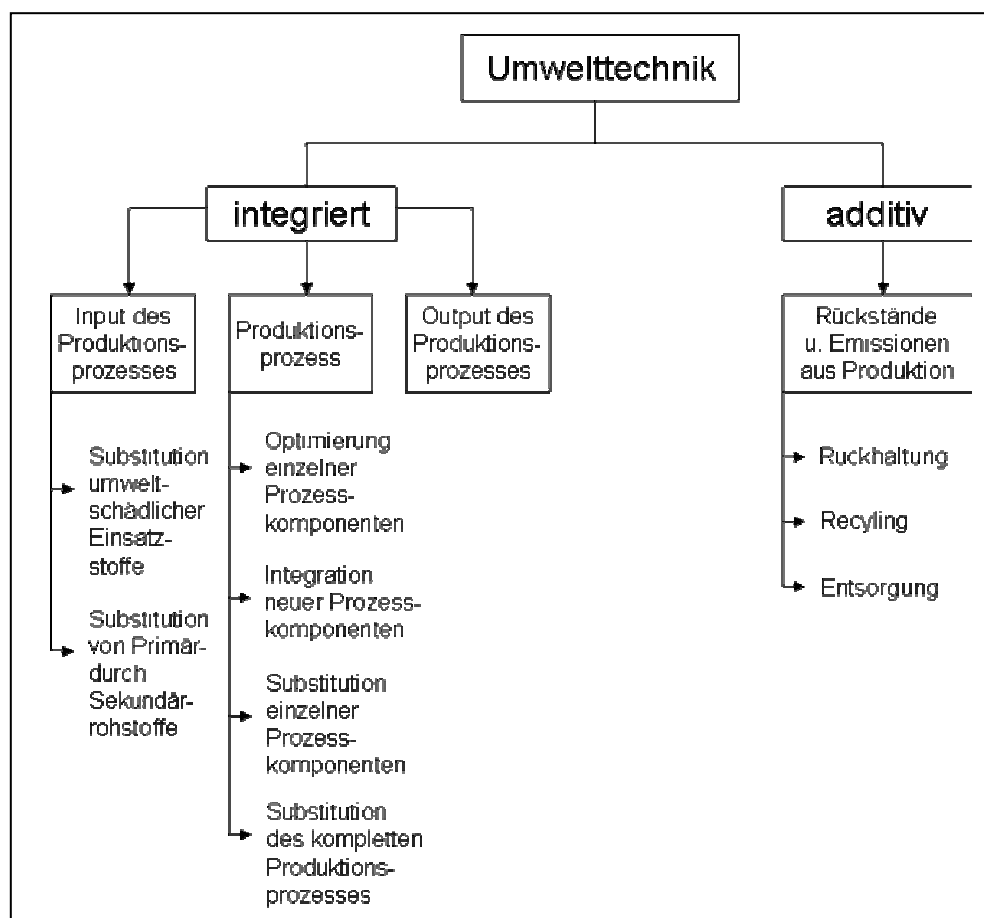
---

<sup>103</sup> Vgl. Klemmer et al., 1999, S. 33.

<sup>104</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1997, S. 481f.

<sup>105</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 21.

Folgende Grafik verdeutlicht nochmals detailliert die wesentlichen Unterschiede zwischen *additiven* und *integrierten* Technologien:



**Abbildung 5: Additive vs. integrierte Technologien**<sup>106</sup>

#### b. Basisinnovationen vs. inkrementelle Innovationen

*Basisprozessinnovationen* bedeuten die Einführung grundlegend neuer Technologien bzw. Produktionsverfahren. Sie sind durch technologische Pfadänderungen<sup>107</sup> gekennzeichnet<sup>108</sup>. Bisherige Paradigmen<sup>109</sup> werden verlassen<sup>110</sup> und neue Pfade der Entwicklung werden begründet. Bei Basisinnovationen wird erstmalig neues Wissen angewendet.

<sup>106</sup> Vgl. Abbildung: Rennings, 2005, S. 21.

<sup>107</sup> Vgl. Dosi, 1982, 147.

<sup>108</sup> Zu technologischen Pfaden siehe auch 2.2.2 Innovationsmodelle unter Punkt c).

<sup>109</sup> Vgl. Kuhn, 1962/1996.

<sup>110</sup> Ein technologisches Paradigma kann als Rahmen bzw. Leitbild zur Lösung techno-ökonomischer Probleme definiert werden (vgl. Dosi, 1990a, S. 224).

Im Gegensatz dazu führen *inkrementelle* Innovationen durch kontinuierliche „Upgradings“ (Verbesserungen) der vorhandenen Technologie bzw. des bisher angewandten Produktionsprozesses zur schrittweisen (langsamen) Energieeffizienzerhöhung oder Schadstoffreduktion.<sup>111</sup>

Basisinnovationen sind bedeutend effizienter als inkrementelle Innovationen.

#### c. Radikale vs. durchschlagende Technologien

*Radikale* Innovationen machen einen wesentlichen Teil der bis dahin laufenden Investitionen eines Unternehmens in Wissen, Verfahren und Anlagen obsolet. *Durchschlagende* Innovationen ändern zwar einzelne Prozessschritte grundlegend, lassen jedoch vorherige Investitionen des Unternehmens in Wissen, Verfahren und Anlagen nicht obsolet werden.<sup>112</sup>

Die umweltorientierten Prozessinnovationen lassen sich weiters in zwei Gruppen unterteilen:

##### a. Energieeffizienz steigernde Technologien zur Erhöhung des Wirkungsgrades

Verringerung des Inputs bei gleichem Output bzw. Erhöhung des Outputs ohne Erhöhung des Inputs durch Prozessinnovationen, d.h. durch höhere Energieeffizienz bei den Produktionsverfahren<sup>113</sup> und

##### b. Schadstoff reduzierende Technologien

Teilweise oder vollständige Substitution von Schadstoffen durch unschädliche Stoffe.

## 2.2.4 Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Umwelttechnologien

Die Einflussfaktoren auf die Entwicklung von umweltschonenden Technologien bestehen aus angebots- und aus nachfrageseitigen Einflussfaktoren, sowie aus

---

<sup>111</sup> Vgl. Klemmer, 1999, S. 34.

<sup>112</sup> Vgl. Klemmer, 1999, S. 34.

<sup>113</sup> Vgl. Lösche A., 2002, S.3



Faktoren welche teils angebots- teils nachfrageseitig sind.<sup>114</sup> Da diese Arbeit sich auf die Prozess- und nicht auf die Produktinnovationen konzentriert, wird hier nur auf die angebotsseitig relevanten Einflussfaktoren eingegangen:

a) Technologische Voraussetzungen bzw. verfügbare Expertise

Die technologischen Voraussetzungen für Innovationen werden stark durch das in der Vergangenheit angehäufte unternehmensinterne (durch eigene F&E-Aktivitäten generierte) und unternehmensexterne (durch die F&E-Aktivitäten anderer Unternehmen oder durch öffentliche, wissenschaftliche Grundlagenforschung an Universitäten<sup>115</sup> und unabhängigen Forschungsinstituten generierte) Know-how bestimmt.<sup>116</sup>

Das unternehmensinterne Wissen besteht aus bisherigen Innovationserfahrungen, den individuellen Kenntnissen der Mitarbeiter sowie dem in technischen Ausrüstungen und Einrichtungen gebundenem Wissen.<sup>117</sup>

Das unternehmensexterne Wissen ergibt sich aus den Zugangsmöglichkeiten zu dem von anderen Unternehmen und wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen generierten Wissen.

Je funktionstüchtiger die Kommunikationskanäle eines Unternehmens zur Quelle des einschlägigen wissenschaftlichen Materials sind, desto höher ist die externe Wissensbasis des Unternehmens.

Ohne die unternehmensinternen technologischen Potentiale des Unternehmens kann das externe Wissen jedoch nicht absorbiert und zur Entwicklung von Innovationen verwertet werden.<sup>118</sup>

Durch unterschiedliche interne und externe Wissensbasen der Unternehmen variieren ihre technologischen Voraussetzungen und Umweltinnovationsbedingungen untereinander erheblich.<sup>119</sup>

---

<sup>114</sup> Vgl. Jänicke et al., 2000, S. 131f.

<sup>115</sup> Vgl. Dosi, 1988, S. 1136.

<sup>116</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 74.

<sup>117</sup> Vgl. Kemp und Soete, 1992, S. 448.

<sup>118</sup> Vgl. Cohen und Levinthal, 1989, S. 569.

<sup>119</sup> Vgl. Roediger-Schluga, 2004, S. 118.

Für Umweltinnovationen ist die Wissensbasis und somit die technologische Vorraussetzung in den letzten Jahren stark erweitert worden. Durch die Wissenschaftsbindung verschiedener Branchen für die Identifizierung und Abschätzung von umweltschädigenden Technikfolgen zur Vorbereitung des Emissionshandels konnten Unternehmen externes Wissen sammeln.

Aber auch wenn sich die technologischen Vorraussetzungen in den letzten Jahren verbessert haben, ist es immer noch sehr schwierig eine zufrieden stellende integrierte Technologie zu entwickeln, welche einerseits die Umweltbelastung verringert und andererseits die Aufgaben der alten, substituierten Technologie qualitativ entsprechend und zu den gleichen Kosten erfüllt.<sup>120</sup>

#### b) Marktstruktur<sup>121</sup>

Einige Studien der Innovationsforschung gründen – in Anlehnung an Schumpeter<sup>122</sup> – auf der Annahme, dass Monopolmacht die Generierung von Innovationen fördert, andere wiederum vertreten, in Anlehnung an die Hypothese von Arrow<sup>123</sup>, die Meinung, dass gerade eine Marktstruktur mit hoher Anzahl an Mitbewerbern – durch das Streben der Marktteilnehmer, sich durch technologische Innovationen von den Konkurrenten abheben zu können – die Innovationsaktivitäten antreibt:<sup>124</sup>

*„Competition forces companies to be innovative, but not in an unqualified way: it forces them to be innovative in ways that are valued positively in the market.”<sup>125</sup>*

Eine umfangreiche empirische Untersuchung spanischer Produktionsunternehmen von Martinez-Ros<sup>126</sup> ergab, dass hohe Konkurrenz am Markt – bis zu einer gewissen Grenze – die Entwicklung von Innovationen beschleunigt. Wenn allerdings die Anzahl der Mitbewerber diese Grenze übersteigt, nehmen die Innovationsaktivitäten

---

<sup>120</sup> Vgl. Kemp et al., 2000, S. 52.

<sup>121</sup> Vgl. Klemmer, 1999, S. 41.

<sup>122</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 79.

<sup>123</sup> Vgl. Ester Martinez-Ros, 1999, S. 228.

<sup>124</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 79.

<sup>125</sup> Kemp et al., 2000, S. 56.

<sup>126</sup> Vgl. Martinez-Ros, 1999, S. 238.

der Unternehmen wieder ab. Der Untersuchung zufolge ist der Zusammenhang zwischen technologischer Innovation und hohem Wettbewerb daher U-förmig.

Viele Beispiele aus der Realität zeigen, dass hohe Konkurrenz den Preiswettbewerb und die Entwicklung neuer Prozesse, aber vor allem neuer Produkte tatsächlich bis zur Erreichung eines gewissen Wettbewerbsgrades antreibt.<sup>127</sup>

In Bezug auf umweltschonende Technologien gilt die direkte Korrelation zwischen dem technischen Fortschritt und der Anzahl der Mitbewerber am Markt (bis zu einer gewissen Grenze) nur dann, wenn die Konflikte zwischen Umwelt- und anderen Innovationszielen gering sind<sup>128</sup>, d.h. die ökologischen mit den ökonomischen F&E-Zielen größtenteils übereinstimmen.

#### c) Unternehmensgröße<sup>129</sup>

Über den Einfluss der Unternehmensgröße auf das Innovationsverhalten von Unternehmen ist die industrieökonomische Innovationsforschung bisher zu keinem eindeutigen, übereinstimmenden Ergebnis gelangt.<sup>130</sup>

Grundsätzlich wird der Schumpeter'schen Hypothese folgend ein positiver Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und der Entwicklung von Innovationen erwartet, da größere Firmen über mehr Risikokapital, bessere interne Einrichtungen und Ressourcen zur Umwandlung des durch die F&E-Aktivitäten erlangten Know-hows verfügen und generell geringeren finanziellen Restriktionen ausgesetzt sind. Weiters können große Unternehmen das Innovationsrisiko durch Diversifikation und gute Portfolioplanung streuen bzw. eingrenzen.<sup>131</sup>

---

<sup>127</sup>Ein gutes Beispiel für diesen Mechanismus ist der österreichische Telekommunikationsmarkt (insbesondere die Mobilfunksparte). Die Konkurrenz ist seit der Liberalisierung des Marktes, verglichen mit anderen europäischen Ländern, sehr groß. Die Preise sinken kontinuierlich und es werden laufend neue Produkte entwickelt. Die hohe Konkurrenz treibt daher den Innovationswettbewerb stark an.

<sup>128</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 79.

<sup>129</sup> Vgl. Klemmer, 1999, S. 41.

<sup>130</sup> Vgl. Martinez-Ros, 1999, 226

<sup>131</sup> Vgl. Schluga, 2004, S. 136.

Auf der anderen Seite sehen sich große Firmen durch die Konkurrenz am Markt oft kaum bedroht und reduzieren sogar ihre Innovationsaktivitäten um die aktuellen Profite nicht zu untergraben.<sup>132</sup>

Ist ein Unternehmen sehr groß, wächst der zusätzliche Verwaltungsaufwand durch Innovationen erheblich, was den Innovationsanreiz abstupfen und die Innovationsbereitschaft ersticken lässt.<sup>133</sup>

Daher haben die meisten Untersuchungen<sup>134</sup> über den Einfluss von Unternehmensgröße auf Umweltinnovationen auch hier einen U-förmigen Zusammenhang ergeben. Bis zu einer bestimmten Unternehmensgröße korrelieren die umweltverträglichen technologischen Entwicklungen, vor allem die Umweltprozessinnovationen, direkt mit der Größe des Betriebes. Ab einer bestimmten Größe sind Unternehmen zu starkem öffentlichen und administrativen Druck ausgesetzt, was den Innovationsanreiz eindämmt.

#### d) Absorptionsfähigkeit

Das meiste für Innovationen relevante Wissen entsteht außerhalb von Unternehmen. Die einzelnen Unternehmen müssen sich Zugang zu diesem Wissen verschaffen, es aber auch absorbieren und wirksam einsetzen.<sup>135</sup> Die Aneignung von neuem Wissen reicht für die erfolgreiche Innovationstätigkeit eines Unternehmens daher nicht aus, das Unternehmen muss vielmehr auch eine „Absorptionsfähigkeit“ besitzen:

*„The ability to exploit external knowledge is thus a critical component of innovative capabilities. We argue that the ability to evaluate and utilize outside knowledge is largely a function of the level of prior related knowledge. At the most elemental level, this prior knowledge includes basic skills, or even a shared language but may also include knowledge of the most recent scientific or technological developments in a given field. Thus, prior related knowledge confers an ability to recognize the*

---

<sup>132</sup> Vgl. Martinez-Ros, 1999, 227.

<sup>133</sup> Vgl. Cohen, 1995, S. 184 f.

<sup>134</sup> Vgl. beispielsweise Hemmelskamp, 2000; Martinez-Ros, 1999.

<sup>135</sup> Vgl. Schluga, 2004, S. 134.

*value of new information, assimilate it, and apply it to commercial ends. These abilities collectively constitute what we call a firm's "absorptive capacity".*<sup>136</sup>

Die Absorptionsfähigkeit ist daher eine „Funktion“ von bereits vorhandenem Wissen. Das bisher im Unternehmen verankerte Wissen verleiht dem Unternehmen die Fähigkeit, den Wert neuer Informationen zu erkennen und diese für Innovationstätigkeiten zu verwerten.<sup>137</sup> Das vorhandene Wissen einer Organisation muss laufend durch Investitionen in dieses gepflegt werden, um die „Absorptionsfähigkeit“ beizubehalten. Viele Unternehmen vernachlässigen die laufenden Investitionen zur Pflege der Wissensbasis und gefährden dadurch ihre Innovationsfähigkeit.

Daher hat nicht nur die unterschiedliche Wissensbasis<sup>138</sup>, sondern auch die „Absorptionsfähigkeit“ von Unternehmen einen starken Einfluss auf Innovationen. Bei der Entwicklung von Umwelttechnologien verstärkt sich dieser Effekt, da sehr spezielles Wissen benötigt wird:

*„Firms with greater relevant absorptive capacity may be in a better position to perceive options for innovative solutions to environmental problem.“*<sup>139</sup>

#### e) Unsicherheit im Innovationsprozess

Es wird zwischen verschiedenen Dimensionen der Innovationsunsicherheit unterschieden:<sup>140</sup>

- Marktunsicherheit betrifft die Unsicherheit in Bezug auf die Entwicklungen des Marktes (Bedürfnisse, Wettbewerbssituation, etc.). (Innovationsunsicherheiten auf der Makroebene – Unsicherheiten den ganzen Markt betreffend).
- Generelle politische und ökonomische Unsicherheit, auch Geschäftsunsicherheit genannt. Das sind das Unternehmen

<sup>136</sup> Cohen und Levinthal 1990, S. 128.

<sup>137</sup> Vgl. Cohen und Levinthal, 1989, S. 570.

<sup>138</sup> Zur internen und externen Wissensbasis siehe Punkt a) technologische Voraussetzungen.

<sup>139</sup> Schluga, 2004, S. 136.

<sup>140</sup> Vgl. Freeman und Soete, 1997, S. 243.

betreffende Unsicherheiten in Bezug auf unerwartete, zukünftige Ereignisse. Sie spielen bei F&E-Investitionen eine bedeutendere Rolle als bei anderen Investitionen, da Innovationstätigkeiten sich über eine ungewöhnlich lange Zeitspanne erstrecken können. (Innovationsunsicherheiten auf der Mikroebene – individuelle Unsicherheiten der einzelnen Organisationen und ihrer Projekte).

- Technologische Unsicherheit bezieht sich auf das Ergebnis von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten selbst. Die Forschungsrichtung bzw. der Forschungspfad eines Unternehmens hängt immer von seinen Zukunftserwartungen ab. Diese wiederum orientieren sich an bereits vergangenen Ereignissen und Regelmäßigkeiten. Die Erwartungen der Marktakteure divergieren stark, da sie in der Vergangenheit unterschiedliche Ereignisse und Regelmäßigkeiten beobachtet haben. Das wirkt sich auf die Richtung ihres Innovationspfades aus.<sup>141</sup> (Innovationsunsicherheiten auf der Mikroebene – individuelle Unsicherheiten der einzelnen Unternehmen und ihrer Projekte).

Mit F&E-Investitionen wird immer hohes Risiko aber, für den Fall eines Erfolges, auch hoher Gewinn in Verbindung gebracht.<sup>142</sup>

Der hohe Unsicherheitsgrad der Investition und das immaterielle Ergebnis (falls es zu einem kommt) erschweren die Finanzierung von Forschung und Entwicklung durch Kapitalmarktmechanismen. Dies führt dazu, dass besonders KMUs durch ihren geringen Zugang zu Finanzmärkten kaum in Forschung und Entwicklung investieren.<sup>143</sup>

Weiters kann das durch F&E-Aktivitäten erlangte Wissen nur schwerlich von den anderen Marktakteuren fern gehalten werden. Das erlangte

Wissen dringt rasch zu den nachgelagerten Unternehmen der Versorgungskette, wenn nicht sogar bis zu den Mitbewerbern, durch.

---

<sup>141</sup> Vgl. Schluga, 2004, S. 111 ff.

<sup>142</sup> Vgl. Ashford, 2000, S. 100.

<sup>143</sup> vgl. Jaffe A. et al, 2002, S.4

Das Problem, erforschten Wissen nicht alleine besitzen zu können, verringert die Motivation, in Forschung und Entwicklung zu investieren.<sup>144</sup>

f) Schutzrechte für Innovationen (Patentierungsmöglichkeiten<sup>145</sup>)

Wie bereits unter Punkt e) besprochen wurde, erzeugen Umweltinnovationen Spill-over-Effekte. Das bedeutet also, dass das neue Wissen, welches durch die F&E-Anstrengungen erlangt wurde, möglicherweise von anderen Unternehmen als solches erkannt und imitiert wird. Die Wissensverbreitung kann durch Publikationen von F&E-Ergebnissen, durch Mitarbeiterwechsel in ein neues, konkurrierendes Unternehmen, informelle Kontakte zwischen Mitarbeitern oder durch Zulieferer – diese verfügen in der Regel auch über spezifische Informationen – entstehen<sup>146</sup>. Der Patentschutz kann dazu beitragen, diesen Spill-over-Effekt zu reduzieren.<sup>147</sup>

Ohne Patentierungsmöglichkeiten würden Unternehmen noch weniger in die Forschung und Entwicklung von riskanten und kostenintensiven Innovationen investieren. Wenn Organisationen zumindest die Sicherheit haben, dass sie den Nutzen der Innovation für den Fall des Erfolges überwiegend für das eigene Unternehmen realisieren können und, dass sie andere Marktteilnehmer für eine gewisse Zeit von der Übernahme der Innovation ausschließen können, sind sie eher bereit Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten zur Entwicklung riskanter und kostenintensiver Innovationen durchzuführen. Allerdings muss nach Ablauf der Patentierung die Innovation auf dem Markt freigegeben und öffentlich zugänglich gemacht werden.<sup>148</sup>

g) Lock-in Effekte

Viele Unternehmen haben ihren Innovationspfad vor dem Auftreten von Umweltproblemen betreten, seit Jahren weiter verbessert und leiden nun unter dem Lock-in Effekt.

---

<sup>144</sup> Vgl. Spence, 1984 (zit. nach Jaffe A. et al, 2002, S.4)

<sup>145</sup> Vgl. Jaenicke, 2000, S. 132.

<sup>146</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999b, S. 77.

<sup>147</sup> Vgl. Rennings, 2005, S. 23.

<sup>148</sup> Vgl. Roediger-Schluga, 2004, S. 129.

Eine Technologie ist ein Set von technischen Charakteristika. Ein Innovationspfad zeichnet sich dadurch aus, dass die technischen Charakteristika stabil bleiben und sich nur in ihrer jeweiligen Ausprägung verbessern.<sup>149</sup> Mit der Perfektionierung des Pfades wachsen die Lern- und Skaleneffekte und die ökonomische Unsicherheit kann zunehmend reduziert werden.

Das Betreten eines neuen Innovationspfades würde signifikante Veränderungen der technischen Charakteristika und der damit verbundenen Wissensgrundlage einer Technologie bedeuten.

Wenn Unternehmen sich daher auf einem ökologisch nachteiligen, seit Jahren etablierten Innovationspfad befinden, haben sie große Schwierigkeiten auf einen alternativen, wenn auch ökologisch vorteilhafteren Pfad umzusteigen.

Eine typische Reaktion etablierter Akteure auf ökologische Probleme ist die lokale Suche nach inkrementellen oder additiven<sup>150</sup> Lösungen im Rahmen des bestehenden Pfades. D.h., dass sie nicht auf einen alternativen Pfad umsteigen, sondern beispielsweise nachgelagerte Innovationen wie End-of-Pipe-Technologien implementieren.<sup>151</sup>

Additive oder inkrementelle Technologien werden die Umweltproblematik allerdings nicht lösen können, da ihre Reduktionspotenz viel zu gering ist.

### **2.2.5 Anreize und Hemmnisse für die Entwicklung von umweltverträglichen Technologien**

Unternehmen investieren laufend in Forschung und Entwicklung, nicht nur, um eigene Prozess- und Produktinnovationen zu ermöglichen, sondern auch, um ständig am aktuellen Stand der Forschung zu sein und die Absorptionsfähigkeit<sup>152</sup> weiterzuentwickeln, d.h., um außerhalb des

---

<sup>149</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 72.

<sup>150</sup> Siehe Kapitel 2.2.3 Umweltorientierte Innovationstypen.

<sup>151</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 74 f.

<sup>152</sup> Vgl. Cohen und Levinthal 1990, S. 128; (zu Absorptionsfähigkeit siehe auch Kapitel 2.2.4).



Unternehmens stattfindende Innovationen rasch „importieren“ und integrieren zu können.<sup>153</sup>

Die Motivation für F&E-Aktivitäten ist einerseits die Profitsteigerung bzw. Kosteneinsparung durch erfolgreiche F&E-Investitionen und andererseits ein strategischer Vorteil gegenüber Wettbewerbern. Ein effizienter Prozess oder ein besseres Produkt kann den Marktanteil eines Unternehmens steigern.<sup>154</sup>

Auch bei Investitionen zur Entwicklung von umweltverträglichen Technologien ist der Anreiz der gleiche. Er ist rein ökonomisch. Selbst wenn ein Unternehmen auch stark ausgeprägte ideelle Werte vor Augen hat, stehen trotzdem die Profitsteigerung bzw. Kostensenkung und die Wettbewerbsfähigkeit als Hauptmotivation im Vordergrund. Das liegt im Wesen der Unternehmen.<sup>155</sup>

**Umweltinnovationen müssen daher ökologisch sinnvoll, technisch brauchbar und ökonomisch reizvoll sein.**

Für ökologische Innovationen stellt sich daher ein doppeltes Unsicherheitsproblem:

*„Neben das allgemeine Problem, ob die Suchaktivitäten zu einem technisch brauchbaren Ergebnis führen, tritt das vielleicht sogar relevantere Problem, ob und inwieweit ein möglicher Umweltbezug eines technischen Artefakts sich in einen ökonomischen Wettbewerbsvorteil transformieren lässt.“<sup>156</sup>*

Zu der bereits in Kapitel 2.2.4 besprochenen Problematik des Lock-ins tritt daher in Bezug auf ökologische Innovationen das doppelte Risikoproblem noch hinzu.

Aber nicht nur die stabilen und festgefahrenen Innovationspfade von einzelnen Marktteilnehmern, sondern auch die Trägheit des ganzen Systems hemmt die Entwicklung von Innovationen im Allgemeinen und von Umweltinnovationen im Besonderen.<sup>157</sup>

Die Anzahl der Unternehmen, welche freiwillig Umweltinnovationen durchführen, ist durch die beschriebenen Hemmnisse viel zu gering, um den

---

<sup>153</sup> Vgl. Carraro, 2000, S. 272.

<sup>154</sup> Vgl. Carraro, 2000, S. 273.

<sup>155</sup> Vgl. Klemmer et al., 1999, S. 72 ff.

<sup>156</sup> Beckenbach und Nill, 2005, S. 80.

<sup>157</sup> Vgl. Gleich et al., 2005, S. 206 f.

nötigen ökologischen Effekt erzielen zu können. Der dynamische Wettbewerb als Innovationstreiber<sup>158</sup> ist im gegebenen Zusammenhang zu schwach.

Die Initiierung und Förderung von Innovationsnetzwerken bzw. F&E-Kooperationen sind ein erster Schritt in Richtung staatliche Mitwirkung.

Durch F&E-Kooperationen können die Kosten und das Risiko aufgeteilt und das technische Wissen der einzelnen Kooperationspartner gemeinsam genützt werden<sup>159</sup>, was zur Vermeidung von unnötigen, mehrfachen Einzel-F&E-Ausgaben und zur rascheren Entwicklung von umweltfreundlichen Technologien führen kann<sup>160</sup>.

Bei einer F&E-Kooperation entstehen allerdings – im Gegensatz zu unternehmensindividuellen Innovationsaktivitäten – Transaktionskosten<sup>161</sup>, nämlich durch die Verhandlungen, durch die Koordinierung, das Management und die Überwachung der F&E-Aktivitäten der einzelnen, an der Kooperation beteiligten Akteure.

Weiters müssen bei einer Innovationskooperation die heterogenen Strukturen der einzelnen Unternehmen aufeinander abgestimmt und die Entscheidungsprozesse koordiniert werden. Darüber hinaus sind die komplementären Ressourcen (Informationen) zusammenzufügen sowie Transferpreise für Wissen und Informationen zu vereinbaren. Zusätzlich ist eine Abmachung über die Aufteilung des Ergebnisses (Ertragsrate) zu treffen.<sup>162</sup>

Kooperierende Marktteilnehmer legen ihr technisches Wissen und die eigenen F&E-Tätigkeiten offen dar. Es besteht die Gefahr, dass einzelne Partner opportunistisch agieren<sup>163</sup> und nur einen Teil ihrer Informationen einbringen bzw. versuchen, mit geringen Investitionen an eine hohe Ertragsrate zu gelangen. (Mit Cross-Licensing-Verträgen oder F&E-Joint Ventures wird versucht, dem opportunistischen Verhalten der einzelnen Kooperationspartner zuvorzukommen.<sup>164</sup>)

---

<sup>158</sup> Vgl. Gleich, 2005, S. 206 ff.

<sup>159</sup> Vgl. Becker und Dietz, 2002, S. 1.

<sup>160</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 36.

<sup>161</sup> Vgl. Pisano, 1990, S. 153 ff.

<sup>162</sup> Vgl. Becker und Dietz, 2002, S. 3.

<sup>163</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 36.

<sup>164</sup> Vgl. Morasch, 1995, S. 64.

Die Innovationseffekte einer F&E-Kooperation nehmen zwar mit der Anzahl der Partner zu (steigende Netzwerkeffekte, Möglichkeit der Bildung von strategischen Allianzen, Kooperationsmöglichkeit mit Institutionen außerhalb des Industriesektors wie Universitäten und Forschungsinstituten)<sup>165</sup>, allerdings steigen die Transaktionskosten und der Koordinierungsaufwand mit wachsender Zahl der Netzwerkangehörigen und es besteht die Gefahr, dass es bei Einschaltung zu vieler Kooperationspartner zu Differenzen zwischen den Beteiligten kommt, welche die Innovation zum Scheitern bringen.

Es müssen daher mehrere Risikoebenen bedacht werden. Selbst wenn die Wahrscheinlichkeit für eine technisch durchführbare und ökonomisch sinnvolle ökologische Technologieentwicklung durch die besseren technologischen Voraussetzungen, die höhere Absorptionsfähigkeit und das verfügbare Risikokapital mit zunehmender Anzahl an Kooperationspartnern steigt, steigt auch das Konfliktrisiko und damit die Gefahr des Scheiterns.

Die F&E-Kooperationsförderung ist ein guter Ansatz, wenn sie auf Kooperationsbereitschaft und Konsens der beteiligten Unternehmen aufbauen kann. Die Initiierung von Innovationsnetzwerken wird jedoch die Innovationsbereitschaft von kooperationsabgeneigten Marktakteuren nicht erhöhen.

Hier bedarf es weitergehender staatlicher Eingriffe bzw. des Einsatzes von Umweltregulierungsinstrumenten, um die Umweltinnovationsanreize zu verstärken. Der Erfolg der Regulierungsinstrumente wird einerseits von der Strenge und Verbindlichkeit der ausformulierten Regeln und andererseits von der Gestaltung der Rahmenbedingungen abhängen.

### **2.3 Resümee**

Im ersten Abschnitt der Arbeit wurden der Emissionsrechtehandel und die technologische Innovation in Grundzügen besprochen, um dem Leser einen Einblick in die grundlegenden Begriffe der Thematik zu gewähren, sowie ihn auf die Notwendigkeit und die Probleme ihrer praktischen Anwendung hinzuweisen.

Zusammenfassend kann folgendes festgehalten werden:

---

<sup>165</sup> Vgl. Vonortas, 1997, S. 577 ff.

- Unternehmen verfolgen ihrem Wesen nach rein ökonomische Ziele (Profitsteigerung und Wettbewerbsfähigkeit)<sup>166</sup>, sie sind daher nur an Innovationen interessiert, wenn sie mit Profitsteigerungen verbunden sind
- Umweltinnovationen haben nicht nur den Anspruch technisch durchführbar, sondern auch ökologisch sinnvoll zu sein (doppeltes Risikoproblem von Umweltinnovationen)<sup>167</sup>
- Unternehmen haben Probleme ihren bisherigen, ökologisch nachteiligen Innovationspfad und bisherige Paradigmen<sup>168</sup> zu verlassen, um auf einen alternativen, ökologisch vorteilhafteren zur Entwicklung von grundlegend neuen Technologien (Basisinnovationen) umzusteigen (Lock-in-Effekt)<sup>169</sup>
- Additive (nachgelagerte) Technologien reichen nicht aus, um die Umweltproblematik zu lösen<sup>170</sup>

Daher erscheint der staatliche Eingriff in Form von Umweltregulierungen notwendig, um den Umweltinnovationsgrad zu erhöhen.

In wie weit verschiedene Umweltregulierungsarten nach bisherigen theoretischen und empirischen Erkenntnissen den Innovationsanreiz erhöhen können, wird im nächsten Abschnitt dargelegt.

---

<sup>166</sup> Vgl. Carraro, 2000, S. 273.

<sup>167</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S.80.

<sup>168</sup> Vgl. Kuhn, 1962/1996.

<sup>169</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 72.

<sup>170</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1997, S. 481f.

### 3 Stand der Forschung – Literaturübersicht

In diesem Abschnitt werden die bisherigen themenbezogenen wissenschaftlichen Beiträge zusammengefasst, das heißt ein Überblick über die bisherigen theoretischen Ansätze (Kapitel 3.1) und empirischen Studien und Untersuchungen (Kapitel 3.2) zum Thema vermittelt. In Kapitel 3.3 wird eine Zwischenbilanz zum bisherigen Forschungsstand gezogen, die Forschungslücke, aus welcher die Themenstellung dieser Arbeit hervorgeht, identifiziert, und darin der Anknüpfungspunkt der Arbeit dargestellt.

Der Literaturüberblick über die bisherigen themenbezogenen Untersuchungen wird soweit wie möglich nach den beiden Ansätzen Induced-Innovation-Theory (neoklassische Theorie) und Evolutionary Theory sowie nach den drei Stufen des Innovationsprozesses (nach Schumpeter) gegliedert und bezieht sich sowohl auf Schadstoff reduzierende als auch auf Effizienz steigernde Technologien und vor allem auf Market-based- aber auch auf Command-and-Control-Umweltregulierungsinstrumente.<sup>171</sup>

Market-based-Umweltregulierungsinstrumente (Marktmechanismen) zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind beispielsweise der CO<sub>2</sub>-Emissionsrechtehandel, Umweltsteuern, F&E-Förderungen. Diese Art von Instrumenten versuchen Unternehmen durch Marktsignale und nicht durch explizite Anordnungen zu nachhaltigem Verhalten zu bringen.<sup>172</sup>

*“Market-based instruments are regulations that encourage behaviour through market signals rather than through explicit directives regarding pollution control levels or methods.”*<sup>173</sup>

Command-and-control-Regulierungen (Vorgabe- und Kontrollmechanismen) sind strenge Umweltvorgaben für alle Unternehmen, deren Einhaltung durch kostspielige Kontrollmechanismen überprüft wird. Es wird allen Unternehmen angeordnet, die gleichen Technologiestandards zu verwenden.<sup>174</sup>

---

<sup>171</sup> Vgl. Stavins, 2002, S. 1 f.

<sup>172</sup> Vgl. Albrecht J., 1999, S 3.

<sup>173</sup> Stavins, 2002, S. 1.

<sup>174</sup> vgl. Jaffe et al, 2002, S. 10

Es handelt sich bei den im Folgenden angeführten Untersuchungen hauptsächlich um die Auswirkungen von Umweltregulierungen auf angebotsseitige (supply push)<sup>175</sup> Innovationen (Prozessinnovationen), d.h. um die Auswirkungen der umweltpolitischen Maßnahmen auf die Bereitschaft von Unternehmen, neue, umweltfreundliche Technologien zu entwickeln.

Es werden nur vereinzelte Studien angeführt, welche nachfrageseitige Innovationen bzw. Produktinnovationen (demand pull<sup>176</sup> – der Erfolg der Innovation ist hier stark vom Nachfrageverhalten der Konsumenten abhängig) betrachten, da diese Arbeit den Fokus auf die Entwicklung von umweltfreundlichen Technologien zur Einführung umweltfreundlicher Prozesse (Prozessinnovationen) richtet.

### **3.1 Theoretische Ansätze**

**Folgende theoretische Untersuchungen hinsichtlich Auswirkungen von Umweltregulierungen auf technologische Innovation sind dem *Induced-Innovation-Modell* (neoklassischen Modell) zuzuordnen:**

- a. auf den ersten beiden Stufen des Innovationsprozesses (Invention und Innovation)<sup>177</sup>:

Magat<sup>178</sup> vergleicht in seiner Untersuchung Market-based-Umweltregulierungsinstrumente (Umweltsteuern, F&E-Förderungen, Zertifikatehandel) und Command-and-Control-Umweltregulierungsinstrumente (Abwasserstandards und Technologiestandards) hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Innovationsbereitschaft von Unternehmen und gelangt zu dem Ergebnis, dass alle Market-based-Regulierungsinstrumente zu erhöhten Innovationstätigkeiten der Unternehmen führen, die Command-and-Control-Instrumente diesen Effekt jedoch nicht auslösen.

Auf ähnliche Weise versuchen Fischer et al.<sup>179</sup> in ihrer Studie die Umweltregulierungsinstrumente nach ihrem Auswirkungsgrad auf die

---

<sup>175</sup> Vgl. Norberg-Bohm, 2000b, S. 127.

<sup>176</sup> Vgl. Norberg-Bohm, 2000b, S. 127.

<sup>177</sup> Zu Stufen des technologischen Innovationsprozesses siehe 2.2.

<sup>178</sup> Vgl. Magat, 1978.

<sup>179</sup> Vgl. Fischer et al., 2003.

technologischen Innovationen von Unternehmen zu reihen und finden heraus, dass ein eindeutiges Ranking der Instrumente nicht möglich ist. Der Innovationsgrad würde vielmehr von Faktoren, wie der Fähigkeit des Innovators, die neue Technologie von Mitbewerbern abzuschirmen, den Innovationskosten, den Umwelt-Nutzen-Funktionen der Unternehmen, und der Anzahl an Emittenten (Unternehmen, welche Emissionen verursachen), abhängen.

Ulph<sup>180</sup> vergleicht in seiner Studie ebenfalls die Innovationseffekte von Umweltsteuern mit den Innovationseffekten von Technologiestandards und findet heraus, dass die Verschärfung beider Regulierungsmechanismen eindeutige Effekte auf die F&E-Tätigkeiten von Unternehmen haben. Beide Umweltregulierungsinstrumente weisen zwei entgegengesetzte Wirkungen auf: einerseits die direkte Auswirkung auf die Kosten, nämlich steigende Kosten durch Umweltmechanismen, was zu erhöhtem Interesse an F&E-Tätigkeiten zur Entwicklung umweltfreundlicher Technologien führt und andererseits die indirekte Auswirkung auf die Produktion, nämlich die Reduktion des Outputs (durch vorerst erhöhte Kosten), was den Anreiz in F&E zu investieren wieder verringert.

Carraro und Siniscalco<sup>181</sup> wiederum kommen bei ihrer Untersuchung über die Kohärenz zwischen umweltpolitischen Maßnahmen und der Innovationstätigkeit von Unternehmen zu dem Schluss, dass mit Innovationsförderungen das gleiche Umweltziel erreicht werden kann wie durch die Einführung von Umweltsteuern, allerdings ohne den Output der betroffenen Unternehmen vorerst zu verringern.

In einer weiteren Untersuchung stellen Carraro und Soubeyran<sup>182</sup> ebenfalls Emissionssteuern und F&E-Förderungen einander gegenüber. Die Untersuchung ergibt, dass F&E-Förderungen besonders dann nützlich sind, wenn eine Reduktion des Outputs aus anderen Gründen von Seitens der Regierung nicht wünschenswert ist.

---

<sup>180</sup> Vgl. Ulph, 2001.

<sup>181</sup> Vgl. Carraro und Siniscalco, 1994.

<sup>182</sup> Vgl. Carraro und Soubeyran, 1996

Katsoulacos und Xepapadeas<sup>183</sup> belegen allerdings in ihrem wissenschaftlichen Beitrag, dass der simultane Einsatz der beiden Umweltregulierungsinstrumente Emissionssteuern und Forschungsförderungen am geeignetsten sei, um den Innovationsanreiz von Unternehmen zu erhöhen.

Montero<sup>184</sup> hingegen kommt in seiner Studie zu dem Schluss, dass es zu differenzieren gilt, von welcher Art von Wettbewerb bei der Untersuchung der Eignung der Umweltregulierungsinstrumente zur Erhöhung der Forschungs- und Entwicklungsbereitschaft ausgegangen wird. Im Cournot-Wettbewerb führen Umweltstandards und Umweltsteuern zu einem hohen Innovationsanreiz, im Bertrand-Wettbewerb dagegen nicht.

In einem weiteren Beitrag vergleicht Montero<sup>185</sup> vier verschiedene Umweltregulierungsinstrumente – Emissionsstandards, Technologiestandards, handelbare Emissionsrechte und Emissionsversteigerungen – und bewertet sie ebenfalls nach der Höhe des verursachten Innovationsanreizes. Das Resultat besagt, dass im Oligopol Emissionsstandards einen höheren F&E-Anreiz bewirken können als handelbare Emissionszertifikate und im vollkommenen Wettbewerb handelbare Emissionsrechte und Emissionsversteigerungen zu einem etwa gleich hohen Anreiz wie Emissionsstandards und zu einem höheren als Technologiestandards führen.

Weiters entwickeln Laffont und Tirole<sup>186</sup> in ihrer Untersuchung ein theoretisches Modell zur Erforschung, wie das Instrument des Zertifikatehandels ausgestaltet werden müsste, um die gewünschten Innovationseffekte zu erzielen. Ihren Ergebnissen zufolge können Terminmärkte für handelbare Emissionslizenzen im Gegensatz zu Kassamärkten zum sozial optimalen Innovationsniveau führen.

Cadot und Sinclair-Desgagne<sup>187</sup> beschäftigen sich etwas allgemeiner mit der Frage, ob es ein mögliches Instrumentarium zur Erhöhung des Innovationsanreizes von Unternehmen gibt, wenn die Unternehmen durch einen privaten Informationsvorsprung bereits wissen, dass die Innovationskosten sehr

---

<sup>183</sup> Vgl. Katsoulacos u. Xepapadeas, 1996.

<sup>184</sup> Vgl. Montero, 2002a.

<sup>185</sup> Vgl. Montero, 2002b.

<sup>186</sup> Vgl. Laffont und Tirole, 1996.

<sup>187</sup> Vgl. Cadot und Sinclair-Desgagne, 1995.



hoch werden würden. Mit Hilfe der Spieltheorie gelangen sie zu der Erkenntnis, dass der Anreiz nur mittels staatlich eingeführter Regulierungsmaßnahmen erhöht werden kann.

b. auf der dritten Stufe des Innovationsprozesses (Diffusion)<sup>188</sup>:

Das bekannteste theoretische Modell zur Analyse der Auswirkungen von Umweltregulierungen auf die Verbreitung neuer Technologien ist das „Discrete-Technology-Choice“-Modell: Unternehmen erwägen den Einsatz einer bereits auf dem Markt vorhandenen, neuen Technologie, welche die Grenzkosten der Schadstoffreduktion verringert und mit einer dem Unternehmen bekannten Höhe an Fixkosten verbunden ist.

Anhand dieses Modells zeigen beispielsweise Zerbe, Downing und White, Milliman und Prince, Jung et al. in ihren theoretischen Studien, dass die Verbreitung einer neuen Technologie eher bei dem Einsatz von Market-based-Umweltregulierungsinstrumenten als bei dem Einsatz von Command-and-Control, also bei autoritären Regulierungen zustande kommt.<sup>189</sup>

Die diversen theoretischen Untersuchungen zu den Effekten verschiedener Market-based-Regulierungsinstrumente führten bisher – wie im Folgenden gezeigt wird – zu keinem Konsens.

Ein oft zitierter Artikel von Milliman und Prince<sup>190</sup> ergibt, dass der Emissionsrechtehandel mit versteigerten Emissionsrechten unter allen Instrumenten den höchsten Anreiz zum Einsatz bereits am Markt vorhandener Technologien bietet. Den Resultaten zufolge sind Emissionssteuern und F&E-Förderungen zweitplatziert. Der Zertifikatehandel mit einer Gratisvergabe der Zertifikate erhöht nach den Ergebnissen dieser Analyse den Anreiz zur Annahme von Technologien am geringsten.

Jung et al.<sup>191</sup> untersuchen auf der Basis der Studie von Milliman und Prince den gleichen Zusammenhang. Allerdings gehen sie in ihrem theoretischen Modell nicht wie Milliman und Prince von homogenen, sondern von heterogenen

---

<sup>188</sup> Zu Stufen des technologischen Innovationsprozesses siehe 2.2.

<sup>189</sup> Vgl. Jaffe et al., 2002, S. 12.

<sup>190</sup> Vgl. Milliman und Prince, 1989.

<sup>191</sup> Vgl. Jung et al., 1996.

Unternehmen aus. Sie gelangen trotzdem zu dem gleichen Ergebnis wie Milliman und Prince.

Auch Bauman<sup>192</sup> verwendet die Studie von Milliman und Prince als Grundlage für seine – etwas allgemeinere, mathematische – Analyse. Er bewertet ebenfalls den Einfluss von Umweltregulierungsinstrumenten auf die Verbreitung von umweltverträglichen Technologien. Bauman gelangt nur in den Fällen zum gleichen Resultat wie Milliman und Prince, in welchen die verursachten Innovationen die Grenznachfrage nach Emissionen verringern. Wenn allerdings die durchgeführten Innovationen (beispielsweise Innovationen zur Ressourcenproduktivitätserhöhung wie etwa die Erhöhung der Elektrizitätsmenge, die aus einer Tonne Kohle gewonnen werden kann) die Grenznachfrage nach Emissionen erhöhen, dann zeigt das Ergebnis einen genau gegenteiligen Effekt. In diesem Fall verursachen Emissionssteuern und der Emissionsrechtehandel mit Emissionsversteigerungen den geringsten F&E-Anreiz.

Weiters analysieren Barreto und Kypreos<sup>193</sup> anhand eines dynamischen, multi-regionalen Optimierungsmodells (MARKAL) die Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels auf die Verbreitung neuer Technologien im Energiesektor. Das Ergebnis der Untersuchung zeigt, dass es durch die Einführung des Emissionshandels möglicherweise nicht nur in den Regionen, in denen der Emissionshandel eingeführt wird, zur Annahme der umweltfreundlichen Technologien kommt, sondern es sogar – aufgrund der Spillover- und Lerneffekte – in den Regionen, in denen der Zertifikatehandel vorerst noch nicht vorgesehen ist, zur Verbreitung der Technologien kommen kann.

---

<sup>192</sup> Vgl. Bauman, 2002.

<sup>193</sup> Vgl. Barreto und Kypreos, 2004.

**Folgende theoretische Untersuchungen hinsichtlich der Auswirkungen von Umweltregulierungen auf technologische Innovation sind dem *Evolutionary-Modell* zuzuordnen:**<sup>194</sup>

Anhand des evolutorischen Ansatzes wurde dieses Thema bisher kaum behandelt, da die meisten Wissenschaftler heute noch Vertreter der neoklassischen<sup>195</sup> Wirtschaftstheorie sind.<sup>196</sup>

Managi et al.<sup>197</sup> überprüfen anhand eines theoretischen Produktionsmodells die Gültigkeit der Porter-Hypothese in der Öl- und Gasindustrie. Dabei geht es einerseits um die Frage, ob Umweltregulierungen die Innovationstätigkeit von Unternehmen grundsätzlich anregen und andererseits, ob dies gleichzeitig zu steigender Produktivität führt. Die Porter-Hypothese findet in dieser Untersuchung Bestätigung.

Ashford<sup>198</sup> untersucht die Auswirkungen von Umweltregulierungen auf technologische Innovation im Allgemeinen. Er stützt seinen entwickelten theoretischen Ansatz, der vor allem auf Technologiefragen abgestellt ist, auf zahlreiche Studien des MIT (Massachusetts Institute of Technology), welche alle zu dem Ergebnis gelangen, dass wenn Umweltregulierungen streng und auf bestimmte Branchen fokussiert sind, neue Produkt- und Prozessentwicklungen und somit einen fundamentalen technologischen Wandel herbeiführen können. Die Theorie von Ashford mündet in der These, dass die Regierung als Designer des Umweltregulierungsinstrumentes den Grad an Innovationstätigkeiten der fokussierten Branche bestimmen kann, wenn sie das Regulierungsinstrument richtig entwirft.

In seinen theoretischen Modellen sind die Haupteinflussfaktoren auf den technologischen Fortschritt die *Bereitschaft des Managements* (das Wissen und die Einstellung des Managements), die *technologischen Voraussetzungen*, und die *Fähigkeiten von Unternehmen* (die Fähigkeit externes Wissen intern anzuwenden, die Fähigkeit flexibel auf Veränderungen zu reagieren, etc.). Wenn die Regierung durch Umweltregulierungsinstrumente Einfluss auf den

---

<sup>194</sup>Aufgrund der geringen Anzahl bisheriger evolutorischer Studien wird auch hier keine Zuordnung zu den verschiedenen Stufen des Innovationsprozesses vorgenommen.

<sup>195</sup>Zur neoklassischen Wachstumstheorie siehe Kapitel 2.2.2 und Kapitel 4.2.3.2.

<sup>196</sup>Vgl. Porter, 2004, S. 17.

<sup>197</sup>Vgl. Managi et al., 2005.

<sup>198</sup>Vgl. Ashford, 2000.

technologischen Fortschritt bzw. den Grad des Innovationseffektes zu nehmen beabsichtigt, muss das Regulierungsinstrument so entworfen sein, dass es die drei Hauptfaktoren (vor allem das *Wissen* und die *Einstellung* des Managements – da diese Komponenten den Innovationsentscheidungsprozess stark steuern) beeinflussen kann.

Faucheux<sup>199</sup> schlägt in ihrer Studie ein Setting vor, bei welchem die Regierung eine Art beratende Funktion einnimmt und alle betroffenen Akteure gemeinsam zu einer Einigung hinsichtlich der Einführung von Umweltregulierungsinstrumenten und der Entwicklung neuer Technologien zu gelangen hätten, um – im Konsens – einen möglichst hohen Grad an technologischem Fortschritt und Nachhaltigkeit zu erzielen. Wenn man dieser Strategie folgt, bedeutet dies die Identifizierung *zufrieden stellender* Lösungen, da es keine gemeinsame optimale Lösung für alle Unternehmen geben kann.

### **Weitere theoretische Ansätze und theoretische Untersuchungen bezüglich des Zusammenhanges zwischen Umweltregulierungen und technologischer Innovation:<sup>200</sup>**

Lutz et al.<sup>201</sup> analysieren die Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Emissionssteuern auf den Innovationsprozess in der deutschen Stahlindustrie. Sie verwenden dazu ein Modell, welches es erlaubt einzelne Industrien gesondert zu betrachten, da sie der Meinung sind, dass es stark von der jeweiligen Industrie im jeweiligen Land abhängig ist, welches Umweltregulierungsinstrument sich zur Förderung des technologischen Fortschrittes am ehesten eignet. Sie gelangen zu dem Ergebnis, dass Emissionssteuern in der deutschen Stahlindustrie mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung (es dauert einige Zeit bis in der deutschen Stahlindustrie auf Umweltraahmenbedingungen reagiert werden kann) zum Einsatz umweltschonender Technologien führen.

Anders gelangt Kemp in seinen Untersuchungen<sup>202</sup> zu dem Ergebnis, dass Instrumente zur Regulierung der Umwelt die F&E-Aktivitäten nicht signifikant beeinflussen. Er folgert in seinen wissenschaftlichen Beiträgen, dass es eine

---

<sup>199</sup> vgl. Faucheux S., 2000.

<sup>200</sup> Die hier aufgezählten Untersuchungen lassen sich nicht in die bisherige Struktur eingliedern (weil sie den Stufen des Innovationsprozesses bzw. den möglichen Ansätzen nicht klar zuordenbar sind), daher werden sie unter ‚weitere theoretische Ansätze‘ angeführt.

<sup>201</sup> Lutz et al., 2005.

<sup>202</sup> Siehe z.B. Kemp, 1994 und Kemp, 1997.

Marktnische geben muss, in welcher sich ein Unternehmen durch strategisches Nischenmanagement seinen Platz schaffen kann. Nur so könne technologischer Wandel zustande kommen.

Ashford<sup>203</sup> kritisiert Kemps Zugang. Er meint, dass die Nische keine unerlässliche Voraussetzung für den technologischen Fortschritt darstellt, vielmehr wäre die Nische erst durch die Umweltregulierung zu schaffen, und zwar sollte sie nicht nur für ein, sondern für mehrere Unternehmen ausreichenden Raum bieten. Die Nische führt zu neuen Markteintritten und in weiterer Folge zum technologischen Wandel.

In einem weiteren Beitrag bieten Kemp et al.<sup>204</sup> einen theoretischen Rahmen, welcher die Chancen des kollektiven und interaktiven Charakters von Innovationen hervorhebt, um anhand derer die komplexen institutionellen und sozialen Aspekte der Umweltregulierungsauswirkungen auf Innovationen beleuchten zu können.

Gouldson und Murphy<sup>205</sup> wiederum vergleichen Regulierungssysteme verschiedener Länder und kommen zum Ergebnis, dass das strengste System zu den signifikantesten Technologieentwicklungen führt.

Weiters fassen Lehr und Löbke<sup>206</sup> die Resultate einer Reihe deutscher Projekte und Untersuchungen zusammen, und zwar bezüglich der Charakteristika, Determinanten und Hindernisse umweltverträglicher Technologieentwicklungen und der Rolle von Umweltregulierungsinstrumenten im Prozess des technologischen Wandels. Dabei gelangen sie zu dem Ergebnis, dass die umweltschonenden Innovationstätigkeiten stark von Regierungsinterventionen und der richtigen Zusammenstellung verschiedener Umweltregulierungsinstrumente sowie deren Design abhängig sind („Policy-Style-Approach“).

Eines der Projekte, auf welches sich Lehr und Löbke in ihrem zusammenfassenden Beitrag beziehen, ist das von Jaenicke et al.<sup>207</sup> Jaenicke et al. stellen in ihrer Studie fest, dass ein Umweltregulierungsinstrument alleine

---

<sup>203</sup> Vgl. Ashford, 2000.

<sup>204</sup> Vgl. Kemp et al., 2000.

<sup>205</sup> Vgl. Gouldson und Murphy, 1998.

<sup>206</sup> Vgl. Lehr und Löbke, 2000.

<sup>207</sup> Vgl. Jänicke et al., 2000.

die Innovationsbereitschaft der Marktakteure nicht positiv beeinflussen kann. Sie identifizieren in ihrer Untersuchung drei wesentliche Erfolgsfaktoren für die positive Auswirkung von Umweltregulierungen auf technologische Innovation: die Zusammensetzung verschiedener Regulierungsinstrumente, das richtige Design der Regulierung und die Konstellation der Akteure, d.h. sowohl die Abstimmung und Koordinierung der Stakeholder entlang einer Produktionskette als auch die Koordinierung des Regulators mit den Zielgruppen.

Ähnlich erörtert Gonzalez<sup>208</sup> in seinem wissenschaftlichen Beitrag die Hindernisse des umweltbezogenen technologischen Wandels sowie die Rolle der Regierung im technologischen Innovationsprozess. Er betont dabei ebenfalls die Wichtigkeit des adäquaten Regulierungsdesigns sowie die Bedeutung der Zusammensetzung der vom Prozess betroffenen Akteure.

Carraro<sup>209</sup> diskutiert in einer seiner weiteren Arbeiten ebenfalls unter anderem den Zusammenhang zwischen F&E-Aktivitäten und Umweltregulierungen und analysiert, wie eine optimale Zusammensetzung der Regulierungsinstrumente aussehen sollte, um den technischen Fortschritt effizient beschleunigen zu können.

Etwas spezifischer prüfen Graham und Williams<sup>210</sup>, wie weit die bereits eingeführten sowie die noch einzuführenden australischen Umweltregulierungsmaßnahmen den Einsatz bestimmter neuer Technologien im Energiesektor antreiben müssen, damit die Umweltziele (die Reduktion der Treibhausgase im gewünschten Ausmaß) erreicht werden können. Sie bestimmen in den entwickelten Szenarien ihres Modells wie viele neue Technologien mit Gas, Wind, Solarenergie optimaler Weise zum Einsatz gebracht werden müssten, um den australischen Umweltzielen im Energiebereich gerecht zu werden.

Ebenso speziell diskutiert Kemfert<sup>211</sup> in ihrer Studie die Wirkung des Emissionsrechtehandels auf die Entwicklung neuer Technologien im europäischen Elektrizitätsmarkt und betrachtet die Liberalisierung als zusätzliche Herausforderung in diesem Zusammenhang. Das Ziel der

---

<sup>208</sup> Vgl. Rio Gonzalez, 2004.

<sup>209</sup> Vgl. Carraro, 2001.

<sup>210</sup> Vgl. Graham und Williams, 2003.

<sup>211</sup> Vgl. Kemfert, 2004.

Liberalisierung ist die Erhöhung des Wettbewerbs, das Ziel des Zertifikatehandels die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Verbreitung neuer Technologien. Die größten Wettbewerbsvorteile sind in den Ländern zu erwarten, in denen die Verbreitung der neuen Technologien sehr früh (am Beginn des Zertifikatehandels) stattfindet. Damit der Anreiz für den Einsatz erneuerbarer Energiequellen möglichst hoch ist, muss der Emissionsrechtehandel streng und bindend sein.

### **3.2 Empirische Untersuchungen und internationale Fallstudien**

**Folgende empirische Untersuchungen sind dem *Induced-Innovation-Modell* (neoklassischen Modell) zuzuordnen:**

- a) Auf den ersten beiden Stufen des Innovationsprozesses, (*Invention* und *Innovation*).<sup>212</sup>

Lanjouw und Mody<sup>213</sup> untersuchen in ihrer Studie die Auswirkungen strengerer Umweltregulierungen auf die Anzahl der Patentierungen neuer umweltfreundlicher Technologien und finden heraus, dass die Verschärfung umweltpolitischer Maßnahmen zur Erhöhung der Anzahl zusätzlicher Technologiepatente – mit einer Verzögerung von ein bis zwei Jahren – führt.

Jaffe und Palmer<sup>214</sup> bestätigen im Wesentlichen das Resultat von Lanjouw und Mody. Sie analysieren in ihrer Untersuchung die Korrelation zwischen der Umweltregulierungsstärke und der Innovationsaktivität von Produktionsbetrieben anhand der Anzahl von Patenten vor und nach der Erhöhung des Umweltregulierungsgrades. Das Ergebnis ihrer Untersuchung zeigt, dass es eine signifikante Korrelation zwischen der Höhe der Kosten für die – durch die Umweltregulierung vorgeschriebenen – Reduktionsmaßnahmen und der Anzahl der technologischen Neuentwicklungen (Patente) gibt.

Popp<sup>215</sup> analysiert ebenfalls in mehreren Studien die Beziehung zwischen Umweltregulierungen und der Entwicklung neuer Technologien und verwendet hierzu Daten über die Anzahl der Patentierungen nach der Einführung von

---

<sup>212</sup> zu Stufen des technologischen Innovationsprozesses siehe 2.2.

<sup>213</sup> Vgl. Lanjouw und Mody, 1996.

<sup>214</sup> Vgl. Jaffe und Palmer, 1997.

<sup>215</sup> Vgl. Popp, 2005.

Umweltregulierungen. Seine empirischen Studien ergeben, 1) dass die Unternehmen sehr rasch auf die Einführung von Umweltregulierungen reagieren: die Anzahl der Patente und somit die Anzahl der technologischen Neuentwicklungen erhöht sich bereits kurz nach Einführung des Regulierungsinstruments, nach etwa 5 Jahren ist die Hälfte des Gesamteffektes erreicht.<sup>216</sup> Weiterhin ergeben seine Studien, dass 2) der Innovationsgrad von der Art der Umweltregulierung abhängig ist: jedes Umweltregulierungsinstrument beeinflusst das Innovationsverhalten von Unternehmen auf eine ihm spezifische Weise.

Taylor et al. betrachten im Detail, wie der SO<sub>2</sub>-Emissionsrechtehandel Umweltinnovationen beeinflusst und stellen die Auswirkungen den Effekten anderer Regulierungsmaßnahmen gegenüber. Sie orientieren sich dabei ebenso an der Anzahl der Patente vor und nach Einführung der Regulierungsmaßnahme. Das Resultat ihrer Studie ergibt, dass einerseits die Antizipation der Umweltregulierung und andererseits das Ausmaß der Regulierung von hoher Bedeutung für die Abschätzung der Auswirkungen auf die F&E-Tätigkeiten von Unternehmen sind. Grundsätzlich stimulieren Regulierungsmaßnahmen und die vorherige Bekanntgabe dieser nach ihren Ergebnissen, technologische Innovationen. Weiters würden Cap-and-trade-Instrumente wie der Emissionsrechtehandel keinen höheren Innovationsanreiz bewirken als andere Instrumente.<sup>217</sup>

Auch Brunnermeier und Cohen<sup>218</sup> verwenden in ihrer Untersuchung Daten über die Patentierung von Innovationen zur Bestimmung der Auswirkung einer erhöhten Umweltregulierungsstärke auf den Innovationsgrad von Unternehmen. Sie finden allerdings heraus, dass verstärkte Umweltregulierungen nur zu einer sehr geringen Erhöhung der Anzahl an Patenten führen.

Newell et al.<sup>219</sup> sowie Popp<sup>220</sup> finden in ihren Studien heraus, dass die Erhöhung der Energiepreise zu einer erhöhten Anzahl an neuen Technologien führt.

---

<sup>216</sup> Vgl. Popp, 2002.

<sup>217</sup> Vgl. Taylor et al., 2005.

<sup>218</sup> Vgl. Brunnermeier und Cohen, 2003.

<sup>219</sup> Vgl. Newell et al., 1999.

<sup>220</sup> Vgl. Popp, 2001.



In einem etwas breiteren Rahmen bestimmt Hemmelskamp<sup>221</sup> in seiner Untersuchung die Faktoren, welche das Verhalten von deutschen Unternehmen in Bezug auf Umweltinnovationen beeinflussen. Dabei erörtert er auch die speziellen Auswirkungen von Umweltregulierungen auf den technologischen Fortschritt. Das Ergebnis seiner Studie ist, dass Regulierungsinstrumente alleine keinen starken Einfluss auf neue technische Entwicklungen haben, sondern nur das Zusammenwirken aller Faktoren Innovationen bewirken können.

In einer weiteren Untersuchung stellt Hemmelskamp<sup>222</sup> die gleiche Thematik konkreter dar. Er zieht die Schlussfolgerung, dass dasselbe Umweltregulierungsinstrument in einigen Fällen positive Auswirkungen und in anderen Fällen negative Auswirkungen auf das Innovationsverhalten der Unternehmen haben kann. Er erklärt dieses Ergebnis durch den Einfluss der restlichen Faktoren wie beispielsweise die Marktstruktur und den Informationsfluss.

Cleff und Rennings<sup>223</sup> identifizieren in ihrer multivariaten Analyse ebenfalls die Determinanten des unternehmerischen Umweltinnovationsverhaltens. Sie messen dabei dem Einfluss von Umweltregulierungsinstrumenten auf Produkt- und Prozessinnovationen besondere Bedeutung bei. Im Gegensatz zu den meisten, rein umweltökonomischen Studien bezüglich dieser Thematik integriert diese Analyse Erkenntnisse der Innovationsforschung. Die Studie ergibt zwar einen Einfluss der Regulierungsinstrumente auf Prozessinnovationen, lässt aber nur einen leichten bis keinen Einfluss auf Produktinnovationen erkennen.

b) Auf der dritten Stufe des Innovationsprozesses, *Diffusion*

Kerr und Newell<sup>224</sup> überprüfen in ihrer Untersuchung, wie es möglich war, 1980 in den USA durch einen Umweltzertifikatehandel den Bleigehalt aus dem Benzin zur Gänze zu eliminieren. Das Resultat ihrer Erhebung zeigt eine starke, direkte Auswirkung von verschärften Emissionshandelsbeschränkungen – durch welche sich der effektive Bleipreis erhöht hat – auf die vermehrte

---

<sup>221</sup> Vgl. Hemmelskamp, 1999a.

<sup>222</sup> Vgl. Hemmelskamp, 2000.

<sup>223</sup> Vgl. Cleff und Rennings, 1999.

<sup>224</sup> Vgl. Kerr und Newell, 2003.

Einführung einer neuen, am Markt bereits verfügbaren Technologie, die Blei zum Zwecke der Oktanzahlerhöhung in Benzin ersetzt.

Keohane<sup>225</sup> kommt in seiner Analyse des amerikanischen Handels mit SO<sub>2</sub>-Zertifikaten zu dem Ergebnis, dass eine erhöhte Flexibilität dieses Instruments den Anreiz vergrößert, neue, bereits kommerzialisierte Technologien einzusetzen.

Dupuy<sup>226</sup> betrachtet in einer etwas konkreteren Untersuchung die Effekte von Umweltregulierungsinstrumenten auf die Verbreitung und die Annahme neuer Technologien im Chemiesektor, und zwar an dem Beispiel der Einführung eines nationalen Programms zur Verbesserung der Wasserqualität in Ontario. Seine Untersuchung basiert auf den Befragungen betroffener Unternehmen und ergibt die vermehrte Implementierung umweltschonender Technologien nach Einführung des Umweltprogramms. Dupuy betont, dass den Resultaten zufolge Faktoren wie der Informationsfluss zwischen den Unternehmen eine Große Rolle im Verbreitungsprozess der neuen Technologien spielen. Außerdem seien die Effekte der Regulierungsmaßnahmen stark von der jeweiligen Industrie, dem jeweiligen Land, der Art der einzuführenden Technologie und dem Umweltregulierungsinstrument abhängig, deswegen könnten keine allgemeinen Schlüsse gezogen werden.

In einer weiteren Studie untersuchen Jaffe und Stavins<sup>227</sup> einerseits die Effekte von erhöhten Energiepreisen, andererseits die Wirkungen von Subventionen für die Einführung umweltverträglicher Technologien d.h. von verringerten Technologieimplementierungskosten auf die Energieeffizienz bei neu errichteten Wohnanlagen. Sie gelangen zu dem Ergebnis, dass beide Regulierungsarten signifikant positive Auswirkungen auf die Verbreitung neuer Technologien aufweisen, jedoch die Effekte der Technologiesubventionen dreimal so wirkungsvoll sind.

Hassett und Metcalf<sup>228</sup> bestätigen ebenfalls durch ihre Arbeit über die Auswirkungen von Umweltregulierungen auf die Verbreitung neuer Technologien, dass die Technologieförderung als Regulierungsinstrument

---

<sup>225</sup> Vgl. Keohane, 2001 (zit. nach Jaffe et al, 2002).

<sup>226</sup> Vgl. Dupuy, 1997.

<sup>227</sup> Vgl. Jaffe und Stavins, 1995.

<sup>228</sup> Vgl. Hassett und Metcalf, 1995.

effizienter ist als die schrittweise Erhöhung der Energiepreise. Dieses Resultat unterstützt die bisher häufige Annahme, dass Unternehmen ihre Entscheidungen bezüglich der Implementierung umweltverträglicher Technologien mehr an kurzfristigen, im Voraus bekannten Kosten als an langfristigen, noch unbekanntem Kosten orientieren.<sup>229</sup>

Allerdings finden Rose und Joskow<sup>230</sup> sowie Boyd und Karlson<sup>231</sup> und Pizer et al.<sup>232</sup> in ihren Untersuchungen heraus, dass die Erhöhung von Brennstoffpreisen zu erhöhter Verbreitung von neuen Brennstoff sparenden Technologien in verschiedenen Industrien führt.

**Folgende empirische Untersuchungen sind dem *Evolutionary-Modell* zuzuordnen:**

Roediger-Schlugas<sup>233</sup> Untersuchung hinsichtlich der technologisch-ökonomischen Konsequenzen der österreichischen VOC<sup>234</sup>-Emissionsstandards bei der Anwendung von Farben und Lacken in Produktionsprozessen ergibt, dass Emissionsstandards möglicherweise die Verbreitung bereits am Markt existierender Technologien stimulieren bzw. die stufenweise Verbesserung bereits eingesetzter Technologien bewirken können, allerdings zu keiner radikalen Neuentwicklung führen.

Boyd und McClelland<sup>235</sup> sowie Boyd und Pang<sup>236</sup> verwenden die DEA-Analyse (Data Envelopment Analysis), um das Potential abzuschätzen, das in Papier- und Glasbetrieben für die Produktivitätssteigerung und Schadstoff- bzw. Energiereduktion vorhanden ist. Das Ergebnis ihrer Untersuchung zeigt, dass die Papierindustrie, bei gleich bleibender Produktivität, ihre Inputs und Schadstoffe um 2-8% reduzieren könnte.

Im Gegensatz dazu besagt das Resultat der empirischen Untersuchung von Gray und Shadbegian<sup>237</sup>, dass Umweltregulierungen in der Zellstoff- und

---

<sup>229</sup> Vgl. Jaffe et al., 2002, S. 18.

<sup>230</sup> Vgl. Rose und Joskow, 1990.

<sup>231</sup> Vgl. Boyd und Karlson, 1993.

<sup>232</sup> Vgl. Pizer et al., 2002.

<sup>233</sup> Vgl. Roediger-Schluga, 2004.

<sup>234</sup> VOC (volatile organic compound) ist der englische Ausdruck für „flüchtige organische Verbindungen“.

<sup>235</sup> vgl. Boyd G., McClelland J., 1999

<sup>236</sup> vgl. Boyd G., Pang J., 2000

<sup>237</sup> Vgl. Gray and Shadbegian, 1998.

Papierindustrie die Investitionen in die Schadstoffreduktionen nur auf Kosten der Produktivität steigern können.

Ähnlich zeigt das Ergebnis der Analyse Greenstones<sup>238</sup> eine geringe, aber statistisch signifikante, negative Auswirkung der Luftverschmutzungsregulierung auf die Gesamtkosten und somit auch auf die Produktivität.

Berman und Bui<sup>239</sup> analysieren in ihrem wissenschaftlichen Beitrag die Effekte von Luftverschmutzungsregulierungen auf Reduktionsinvestitionen in der Öltraffinerieindustrie. Das Ergebnis ihrer Erhebungen weist wiederum trotz der hohen Reduktionsinvestitionskosten signifikante Produktivitätssteigerungen auf.

Weiters übertragen Beise und Rennings<sup>240</sup> das Lead-Market-Modell (die Generierung neuer Märkte für die Verbreitung neuer Technologien in anderen Ländern und die Nutzung der Innovationsexportoptionen durch das Land, welches die neue Technologie entwickelt hat) auf Umweltinnovationen und betrachten Besonderheiten wie umweltpolitische Instrumente, die bei der Einführung und der Ausbreitung umweltschonender Technologien eine bedeutende Rolle spielen. Sie untersuchen das Modell anhand von zwei Fallbeispielen: Die Verbreitung von Windenergie und die Verbreitung von PKWs mit niedrigem Treibstoffbedarf. Beide Umweltinnovationen wurden erst in einem bestimmten Land entwickelt und anschließend nach dem Muster dieses Vorreiterlandes von den anderen Ländern übernommen. Bei beiden Fallbeispielen waren die Umweltregulierungen in den Ländern, welche die umweltschonenden Technologien entwickelt haben sehr streng. Beise und Rennings schließen daraus, dass strenge Umweltregulierungen Umweltinnovationen (die Erzeugung umweltkompatibler Produkte)<sup>241</sup> antreiben und gleichzeitig das Land zu einem Lead Market werden lassen, wenn die Präferenzen der Konsumenten in die gleiche Richtung gehen. Durch den Export der umweltfreundlichen Neuentwicklung erlangt das Vorreiterland einen Wettbewerbsvorteil („first-mover-advantage“) gegenüber den anderen Ländern.

---

<sup>238</sup> Vgl. Greenstone M., 1998.

<sup>239</sup> Vgl. Berman und Bui, 2001.

<sup>240</sup> Vgl. Beise und Rennings, 2005.

<sup>241</sup> Man muss hier unterscheiden, ob es um eine Innovation geht, durch welche das Endprodukt umweltschonender wird oder, durch welche nur der Herstellungsprozess des Produktes umweltschonender und effizienter wird. Bei ersterem spielt die Konsumentenpräferenz eine bedeutendere Rolle (demand-pull-Technologie), da der Käufer sich u.U. nicht für das umweltverträgliche Produkt entscheiden wird, wenn seine Präferenzen wo anders liegen und er auf Alternativen ausweichen kann.

Die Hypothese von Porter<sup>242</sup>, die Grundlage der Untersuchung, wird hier (mit gewissen Einschränkungen) bestätigt.

### **Weitere empirische Untersuchungen und Fallstudien bezüglich der Auswirkungen von Umweltregulierungen auf technologische Innovation:**<sup>243</sup>

Norberg-Bohm<sup>244</sup> wendet sich in ihrer ex-post-Untersuchung der Bedeutung von Umweltregulierungen bei der Entwicklung von Energie spendenden Wind- und Gasturbinen in den USA zu, um aus den Erfahrungswerten Schlüsse für die zukünftige Entwicklung neuer Technologien im Energiesektor zu ziehen. Ähnlich wie<sup>245</sup> Lehr und Löbke<sup>246</sup> sowie Jaenicke et al.<sup>247</sup> kommt Norberg-Bohm zu dem Ergebnis, dass nur die richtige Zusammensetzung sowie das richtige Design der Regulierungsinstrumente die Entwicklung von Umwelttechnologien fördern kann („Policy-Style-Approach“).

Zu einer ähnlichen Erkenntnis gelangen Norberg-Bohm und Rossi<sup>248</sup> schon in ihrer früheren Studie über die Innovationssteigerungseffekte von umweltpolitischen Maßnahmen in der amerikanischen Zellstoff- und Papierindustrie. Zusätzlich zur Relevanz des richtigen Regulierungsdesigns bestimmen sie hier auch die Struktur der Industrie als ausschlaggebenden Faktor für den Grad und das Tempo des technologischen Wandels. In der Zellstoff- und Papierindustrie sei eine starke Affinität für Innovationen gegeben, die bisherigen Maßnahmen hätten diese allerdings noch nicht ausreichend herausgefordert.

In einer weiteren Studie beschreibt Norberg-Bohm<sup>249</sup>, wie dieses Umweltregulierungsdesign idealer Weise unter Berücksichtigung von sechs Designkriterien auszusehen hätte und diskutiert die Möglichkeiten und Grenzen

---

<sup>242</sup> Zu Porter-Hypothese siehe Kapitel 1.1 Motivation der Arbeit.

<sup>243</sup> Die hier aufgezählten Untersuchungen lassen sich nicht in die bisherige Struktur eingliedern (weil sie den Stufen des Innovationsprozesses bzw. den möglichen Ansätzen nicht klar zuordenbar sind), daher werden sie unter ‚weitere empirische Untersuchungen und Fallstudien‘ angeführt.

<sup>244</sup> Vgl. Norberg-Bohm, 2000a, S. 193 ff.

<sup>245</sup> Siehe 3.2 Empirische Untersuchungen und internationale Fallstudien.

<sup>246</sup> Vgl. Lehr und Löbke, 2000.

<sup>247</sup> Vgl. Jänicke et al., 2000.

<sup>248</sup> Vgl. Norberg-Bohm, 1998.

<sup>249</sup> Vgl. Norberg-Bohm, 1999.

der Regierung bei der Ausgestaltung eines adäquaten Umweltregulierungsinstruments zur Förderung von Innovationen.

Etwas konkreter vergleichen Menanteau et al.<sup>250</sup> den Zertifikatehandel als Mengenbeschränkungsmaßnahme mit Preisregulierungsmaßnahmen wie Umweltsteuern im Energiesektor bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Entwicklung von Technologien für erneuerbare Energien. Sie betrachten dabei die Implementierung beider Instrumentarien in verschiedenen europäischen Ländern (Besteuerung nicht-erneuerbarer Energiequellen in Deutschland, Spanien und Dänemark und nationale Zertifikatehandelssysteme in Großbritannien, Irland und Frankreich) im Hinblick auf den Anreiz und den Einsatz von Windenergie. In optimierten theoretischen Modellen sind preisbasierte und mengenbasierte Regulierungsmaßnahmen zwar annähernd gleich gute Instrumente zur Erreichung der Reduktionsziele, die empirischen Ergebnisse verdeutlichen hier jedoch, dass die Implementierung von Preisregulierungsinstrumenten bisher ein effizienteres Anreizsystem für die Entwicklung neuer Technologien geboten hat, als die Einführung von Mengenbeschränkungen. Menanteau et al. betonen in der Konklusion ihrer Untersuchung, dass der Emissionsrechtehandel nicht nur in der Theorie sondern auch in der Praxis sehr effizient sein kann, wenn das Instrument richtig entworfen und eingesetzt wird.

Snyder<sup>251</sup> et al. verwenden ein Zufallsmodell, um den Effekt von Umweltregulierungen auf die Verbreitung von Zellmembranproduktionstechnologien in der Chlorherstellungsindustrie zu bewerten. Sie untersuchen diesen einerseits bei bereits existierenden Anlagen und andererseits bei neu zu errichtenden Anlagen. Es zeigt sich, dass die Umweltregulierungen nicht zur Anpassung alter Anlagen, sondern viel eher zu ihrer Schließung und die Errichtung neuer, umweltschonender Anlagen führen.

Lehr<sup>252</sup> untersucht die Auswirkungen der deutschen Umweltverordnung bezüglich der Wärmedämmung in der Fenster- und Scheibenindustrie auf die Innovationen in diesem Sektor. Das Resultat dieser Untersuchung ergibt keine Auswirkungen auf den ersten beiden Stufen des Innovationsprozesses

---

<sup>250</sup> Vgl. Menanteau et al., 2003.

<sup>251</sup> Vgl. Snyder et al., 2003.

<sup>252</sup> Vgl. Lehr, 2000.

(Invention und Innovation) jedoch deutliche Effekte auf der dritten Stufe des Innovationsprozesses (Diffusion). Die Regulierung muss daher zur starken Verbreitung der bereits am Markt vorhandenen Technologien geführt haben.

Montalvo<sup>253</sup> bestimmt und bewertet in seinen Untersuchungen die Verhaltensdeterminanten eines Unternehmens, welche den technologischen Fortschritt herbeiführen oder aber unterbinden können. Er verwendet in seinem Modell die ‚Theory of Planned Behavior‘ (Theorie des geplanten Verhaltens), um die Motivation des Verhaltens von Unternehmen hinsichtlich der Entwicklung von umweltschonenden Anlagen zu erklären. Durch die Anwendung seines Modells in einer empirischen Untersuchung in Mexico, findet Montalvo heraus, dass die Bereitschaft eines Unternehmens, neue Technologien zu entwickeln bzw. zu implementieren, vor allem von a) der *Grundeinstellung* gegenüber umweltfreundlichen Technologien (basierend auf der Wahrnehmung des Unternehmens in Bezug auf Umwelt- und Wirtschaftsrisiken), sowie von b) dem *sozialen Druck* (verursacht durch Regulierungen, durch den Druck des Marktes und des sozialen Gefüges, in welchem sich das Unternehmen befindet) und von c) der *Verhaltenskontrolle* (basierend auf den technologischen und organisatorischen Möglichkeiten des Unternehmens) abhängt. Die Identifizierung der oben angeführten Verhaltensdeterminanten sei sowohl für Entscheidungsträger von Unternehmen notwendig, um organisationskonforme Innovationsentscheidungen zu treffen als auch für die Regierung unerlässlich, um effiziente umweltpolitische Maßnahmen zu entwerfen.

### **3.3 Resümee – Zwischenbilanz zum Stand der umweltökonomischen Forschung – Auswertung/Defizite**

Im Literaturüberblick dieses Kapitels wurden die signifikanten bisherigen wissenschaftlichen Beiträge zur Klärung der Effekte von Umweltregulierungen auf die Entwicklung von Umwelttechnologien einerseits und die Verbreitung von Umwelttechnologien andererseits zusammengefasst.

Aus den bisherigen Forschungsbeiträgen geht hervor, dass die Command-and-

---

<sup>253</sup> Vgl. Montalvo, 2002.

Control-Regulierungsinstrumente zum Antrieb der Umweltinnovationen durchwegs ungeeignet sind. Von den untersuchten Market-based-Instrumenten erwies sich ein Teil wirksamer, ein anderer Teil wiederum weniger wirksam, wobei aber eine Reihung der Instrumente aufgrund der bisherigen Untersuchungen nicht vorgenommen werden kann, weil die Auswirkungen der einzelnen Regulierungsinstrumente stark von ihrer jeweiligen Ausgestaltung (Strenge) und verschiedenen Einflussfaktoren abhängig sind. In bestimmten Fällen ergaben die Untersuchungen auch die Möglichkeit einer Kombination mehrerer Umweltregulierungsmaßnahmen mit besseren Chancen für den angestrebten Effekt.

Es gibt kaum Studien, welche alle Market-based-Instrumente<sup>254</sup> einander gegenüberstellen. Die meisten Untersuchungen vergleichen zwei Instrumente miteinander oder konzentrieren sich auf nur ein Instrument (möglicherweise wird auch nur eine bestimmte Industrie fokussiert).

Die wenigen Studien, welche sich auf die Effekte des Emissionsrechtehandels auf Umweltinnovationen beziehen, ergeben, dass der Handel mit Zertifikaten in Verbindung mit Versteigerungen der Emissionsrechte einen viel stärkeren Innovationsanreiz bietet als bei einer kostenlosen Anfangsallokation. (In der Praxis soll die Erstvergabe der Zertifikate allerdings nicht in Form von Versteigerungen, sondern kostenlos stattfinden.) **Auf die weiteren möglichen Ausgestaltungsformen des Emissionsrechtehandels zur Erreichung eines hohen Innovationsgrades wird in den Studien nicht eingegangen.**

In den gesichteten und in den in Kapitel 3.1 und Kapitel 3.2 referierten theoretischen und empirischen Beiträgen zeichnete sich keine klare Tendenz zu einer konsenstauglichen Problemlösung ab.

Besonders die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen lassen sich schwer miteinander vergleichen, weil es ihnen nicht möglich ist, das Thema allgemein zu durchleuchten. Empirische Untersuchungen müssen sich immer auf einen Teilbereich des Themas konzentrieren. Es können daher im Rahmen einer empirischen Arbeit nicht die Innovationseffekte aller Umweltregulierungsinstrumente überprüft und ausgewertet werden, sondern es können nur die Effekte von ein bis maximal zwei Instrumenten näher betrachtet

---

<sup>254</sup> Zu Market-based-Instrumente siehe Anfang Kapitel 3.



werden. Aus einzelnen Analysen von einzelnen Regulierungsinstrumenten resultieren unterschiedliche Ergebnisse. Weiters fokussieren die empirischen Studien meistens bestimmte Länder und/oder bestimmte Branchen. Auch daraus lassen sich kaum allgemeine Schlüsse ziehen. Es kommt aber auch vor, dass empirische Studien das gleiche Regulierungsinstrument in derselben Branche untersuchen, und dennoch zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen. In diesem Fall sind die Ergebnisdifferenzen wahrscheinlich auf die unterschiedliche Methodik, den unterschiedlichen Untersuchungsansatz und/oder auf den unbewussten, subjektiven Zugang des Untersuchers bzw. Ergebnisevaluierers zurückzuführen.

Es handelt sich bei der hier untersuchten bzw. zu untersuchenden Thematik um eine Realität, die nicht konstant und unveränderlich (nomologisch) ist, sondern um eine zumindest teilweise veränderliche (autopoietische) Realität<sup>255</sup>.

Gerade in Bezug auf autopoietische Realität gibt es keine eindeutigen methodologischen Verfahren, sondern nur Rezepte des Umgangs mit empirischer Komplexität<sup>256</sup>, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können.

Dies gilt im Übrigen auch für die theoretischen Untersuchungen:

*„Angesichts einer Fülle von Faktoren und Beziehungsmöglichkeiten besteht immer die Möglichkeit, Unterschiedliches hervorzuheben bzw. das Gleiche unterschiedlich in Beziehung zu setzen und zu gewichten.“<sup>257</sup>*

Gerade weil die theoretischen Untersuchungen zu „abstrakt“ und die empirischen Untersuchungen zu speziell sind, wurde für die Untersuchung dieser Arbeit das simulierende Laborexperiment als Methode gewählt. Die Art der Untersuchung erfordert zwar die Fokussierung auf ein bestimmtes Umweltregulierungsinstrument, ermöglicht es aber, Schlüsse zu ziehen, die – prinzipiell – für alle Branchen, alle Länder und alle Unternehmen gültig sind. Trotz der erzielten allgemein gültigen Ergebnisse, wird die Untersuchung nicht nur anhand eines theoretischen Modells, sondern mit „echten“ Akteuren durchgeführt.

---

<sup>255</sup> Vgl. Schüleln und Reitze, 2002, S. 190.

<sup>256</sup> Vgl. Schüleln und Reitze, 2002, S. 194.

<sup>257</sup> Schüleln und Reitze, 2002, S. 195.

**Wissenschaftliche Beiträge, welche die Auswirkungen von Umweltregulierungen auf das technologische Innovationsverhalten von Unternehmen auf der Grundlage der *evolutorischen* Theorie untersuchen, sind bisher nur vereinzelt auffindbar.**

Das liegt wohl daran, dass die Mehrheit der Wirtschaftswissenschaftler an der neoklassischen Theorie festhält. Die Vertreter der orthodoxen (neoklassischen) Theorie sind der Meinung, dass ihre Theorie geeignet ist, die Auswirkungen von Umweltregulierungen auf das Innovationsverhalten von Unternehmen beschreiben zu können, und, reduzieren dabei eine nicht ausschließlich nomologische, sondern zumindest teilweise autopoietische Realität algorithmisch. Das bedeutet, sie integrieren in eine denotative Theorie autopoietische Realitäten, wie den technologischen Wandel, welcher sich gerade aus der Individualität der sich ständig verändernden Unternehmen entwickelt und sich daher nicht auf einen homogenen, statischen Nenner reduzieren lässt.<sup>258</sup> Hier bedarf es des Heranziehens von konnotativen Theorien.

Anstatt die evolutorische Theorie als komplementäre Theorie zu betrachten, welche die Schwächen der neoklassischen Theorie kompensiert, scheinen die Vertreter der orthodoxen Theorie zu zaudern, die von ihnen seit langem angewandte Theorie durch eine neue Theorie substituiert zu erleben, und sie versuchen, fortwährend die neoklassische Theorie zur Lösung jeder Problematik einzusetzen.

*„Konnotative Theorien müssen also ihre Schwächen kompensieren, aber sie dürfen sie nicht verleugnen, weil sie sonst rigide und damit unproduktiv werden.“*<sup>259</sup>

**Das gleiche gilt für denotative Theorien.** Sie müssen ebenfalls ihre Grenzen erkennen. Die Neoklassiker ignorieren aber die Schwächen der orthodoxen Theorie – nämlich mit den autopoietischen Merkmalen des technologischen Wandels nicht umgehen zu können – und werden unproduktiv.

Die erörterten Diskrepanzen in den empirischen, aber auch theoretischen Ansätzen und die einerseits zu „abstrakten“ theoretischen Ergebnisse sowie

---

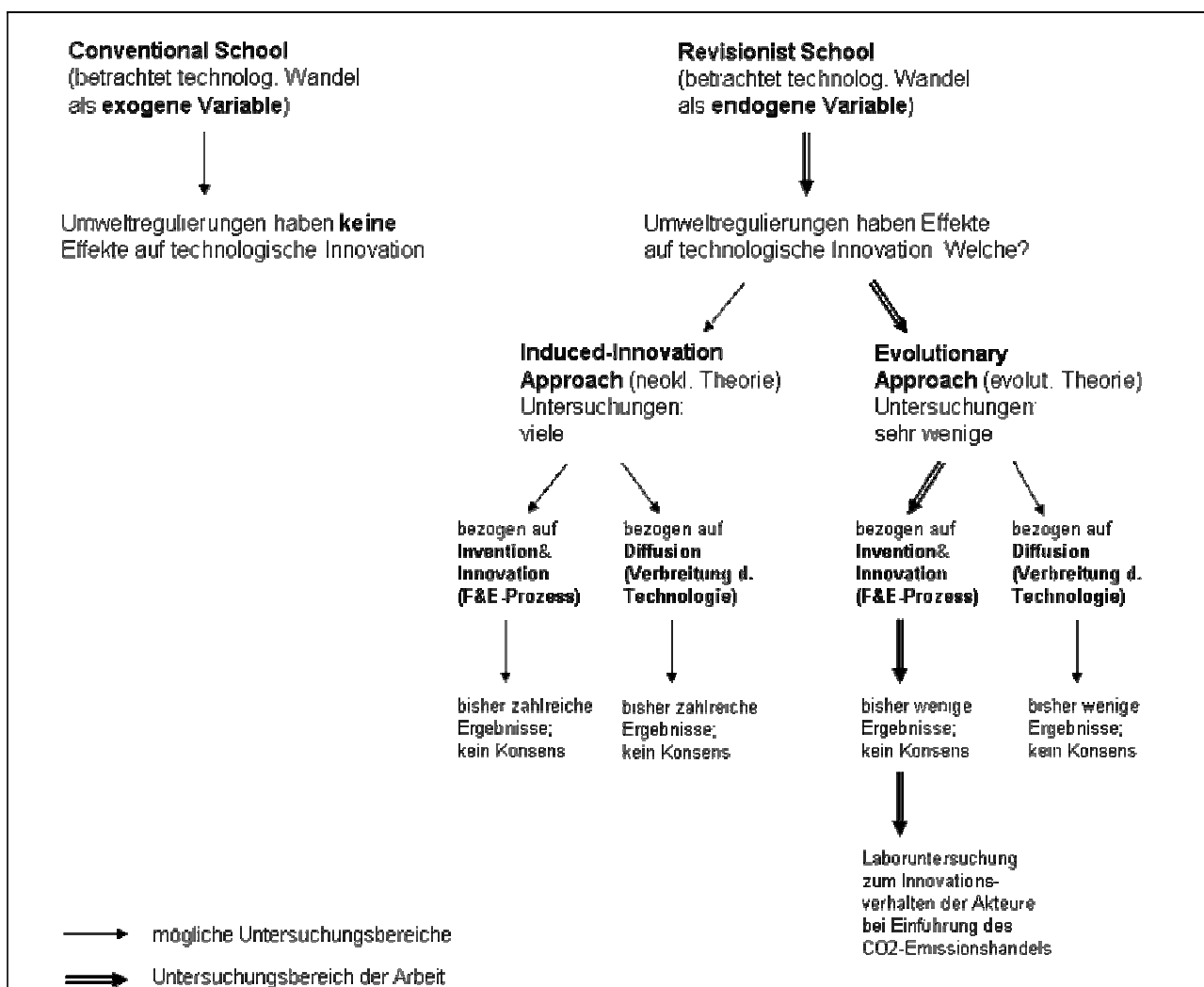
<sup>258</sup>Zu nomologische/autopoietische Realität, denotative/konnotative Theorie siehe Schüleln und Reitze 2002, S. 192 ff.

<sup>259</sup> Schüleln und Reitze, 2002, S. 195.

andererseits zu speziellen empirischen Ergebnisse, rechtfertigen einen weniger speziellen, empirischen Untersuchungsweg, welcher die autopoietischen Merkmale der Thematik nicht ignoriert, sondern integriert.

Diese Arbeit versucht die vorhandene Forschungslücke durch die Untersuchung des Innovationsverhaltens von Akteuren nach der Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels im Rahmen eines 'Laborexperiments' (unter kontrollierten Rahmenbedingungen) zu verringern.

Nachfolgend wird die oben referierte Bestandsaufnahme des Forschungsumfeldes (samt Forschungslücke) und das daraus abgeleitete Forschungsvorhaben in einer Grafik gebündelt dargestellt:



**Abbildung 6: Eingrenzung des Themenumfeldes, Forschungslücke**<sup>260</sup>

<sup>260</sup>Zur Erklärung der Theorien „Conventional School“ und „Revisionist School“ siehe Kapitel 4 Theoretische Konzeption.

## 4 Theoretische Konzeption

Bevor im empirischen Teil dieser Arbeit (Kapitel 6) mit dem im vorangehenden Abschnitt introduzierten Untersuchungsbericht begonnen wird, sollte im nun folgenden Abschnitt die Erörterung der speziell darauf zu beziehenden theoretischen Zusammenhänge erfolgen.

Dabei wird nach der Konkretisierung der wissenschaftlichen Fragestellung und der Forschungsfragen (Kapitel 4.1), auf die angewandten Theorien (aus welchen die Porter-Hypothese abgeleitet wurde) genauer eingegangen und die Gegenpositionen diskutiert (Kapitel 4.2). Abschließend werden in Kapitel 4.3 die eigenen Hypothesen gesetzt (wie auch die Unterhypothesen, welche die Porter-Hypothese als Haupthypothese unterstützen, aber spezieller auf das Instrument des Emissionsrechtehandels bezogen sind).

### 4.1 Wissenschaftliche Fragestellung und Forschungsfragen

#### **Wissenschaftliche Fragestellung:**

Ist die Hypothese von Porter zutreffend, dass die Einführung von Umweltregulierungen (wie der CO<sub>2</sub>-Emissionshandel) bei richtiger Ausgestaltung Unternehmen veranlassen, in Forschung und Entwicklung zu investieren?

#### **Forschungsfragen:**

- Wie verhalten sich Unternehmen bei der Einführung eines CO<sub>2</sub>-Emissionshandels in Bezug auf technologische Innovation<sup>261</sup>?
- Investieren Unternehmen bei der Einführung eines CO<sub>2</sub>-Emissionshandels mehrheitlich in F&E zur Entwicklung von Umwelttechnologien?

---

<sup>261</sup>Unter technologischer Innovation wird hier die Entwicklung von umweltschonenden Technologien zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele und die dafür notwendige Investition in F&E verstanden.

## 4.2 Angewandte Theorien

Die Vertreter der Conventional School würden die obige wissenschaftliche Fragestellung verneinen, da nach ihrem Ansatz Umweltregulierungen keine Auswirkungen auf die Innovationsaktivitäten von Unternehmen haben. Die Revisionist School hingegen ermöglicht mit ihrer Einschätzung, die Innovationsbereitschaft von Unternehmen würde möglicherweise durch Umweltregulierungen beeinflussbar sein, einen weiteren Untersuchungsspielraum.

Als Untersuchungsansätze, um die Richtung und den Grad der Innovationseffekte bestimmen zu können, gelten bisher die neoklassische und die evolutorische Theorie.

Die neoklassische Theorie muss sich für die Untersuchung des Verhaltens und der Entscheidungsprioritäten von Marktakteuren bei der Einführung des Emissionshandels als ungeeignet erweisen, da sie die Realität zu stark algorithmisch reduziert und viele Faktoren des menschlichen Verhaltens ignoriert. Daher wird die evolutorische Theorie und ihre Grundlage, die Theorie der beschränkten Rationalität, welche Rücksicht auf genau diese Komponenten der Entscheidungsfindung nimmt, als angewandte Theorie bei dieser Arbeit gewählt.

Der darzulegende theoretische Zugang zum Untersuchungsbeitrag dieser Arbeit mündet also klar in der *Porter-Hypothese*. Die Grundlage für diese Hypothese bildet die *evolutorische Innovationstheorie*, die sich ihrerseits auf die Ansätze der „*bounded rationality*“ gründet.

Im Folgenden wird insbesondere die evolutorische Wachstumstheorie der neoklassischen Innovationstheorie gegenübergestellt und die „*bounded rationality*“ detailliert besprochen, damit die Wesenszüge der angewandten Theorien als Fundament der Untersuchung (die Grundannahmen der Porter-Hypothese) vermittelt werden können.

#### 4.2.1 Revisionist School – technologischer Fortschritt als endogene Variable

Die herkömmliche Theorie (Conventional School) betrachtet in umweltökonomischen Modellen den technologischen Wandel als nicht-ökonomische, exogene Variable, d.h. es wird angenommen, dass Umweltregulierungen keine Auswirkungen auf technologische Innovationen haben und es daher immer einen „trade-off“ zwischen bindenden Umweltregulierungen und der Wettbewerbsfähigkeit gibt.<sup>262</sup>

*„Technological change is in general considered to be a non-economic, exogenous variable in energy-economy models. Economic activities and policies have then no impact on research, development, and diffusion of new technologies.“*<sup>263</sup>

*„There has been widespread concern that the increasing stringency of domestic environmental regulation will put home-based industries at a competitive disadvantage in the international marketplace.“*<sup>264</sup>

Im Gegensatz dazu betrachtet die fortschrittlichere Revisionist School den technologischen Wandel als endogene, ökonomische Variable, d.h. es wird angenommen, dass ökonomische Aktivitäten und politische Maßnahmen (wie Umweltregulierungen) Auswirkungen auf F&E-Aktivitäten von Unternehmen und auf die Verbreitung neuer Technologien haben.<sup>265</sup>

Möglicherweise kann durch die Entwicklung neuer Technologien nicht nur die Umweltproblematik gelöst, sondern auch die Produktivität des Unternehmens und dadurch die Wettbewerbsfähigkeit gesteigert werden.<sup>266</sup> (Diese Weiterführung der Revisionist School ist schon Teil des evolutorischen Ansatzes. Die neoklassische Theorie greift zwar, wie die evolutorische Theorie, auf die Revisionist School zurück, da sie den technologischen Wandel ebenfalls

---

<sup>262</sup> Vgl. Löschel, 2002, S. 3.

<sup>263</sup> Löschel, 2002, S. 3.

<sup>264</sup> Oates et al., 1994, (zit. nach Alpay, 2001, S. 6).

<sup>265</sup> Vgl. Löschel, 2002, S. 3.

<sup>266</sup> Vgl. Porter und Linde, 1995, S. 98.

als endogene Variable beschreibt, schließt jedoch die Möglichkeit der damit verbundenen Produktivitätssteigerung aus.)<sup>267</sup>

## **4.2.2 Bounded Rationality – die Grundlage der evolutorischen Innovationstheorie**

Im Folgenden wird der Gedanke von Herbert Simon, wonach auch ökonomische Entscheidungen nur beschränkt rational getroffen werden können, und, zur Entscheidungsfindung der Akteure eher rasche, einfache Problemlösungsstrategien dienen als komplexe, mathematische Ansätze, eingehend dargelegt.

### **4.2.2.1 Beschränkungen wirtschaftlicher Rationalität**

Die neoklassische Wirtschaftstheorie basiert auf der theoretischen Hypothese über den rationalen Akteur, gekennzeichnet durch folgende Charakteristika:<sup>268</sup>

1. Der Mensch kennt alle physischen und logischen Möglichkeiten und die physisch und logisch möglichen Zustände der Welt, welche für seine Entscheidungen relevant sind.
2. Da der Mensch eine schlüssig-nachvollziehbare Präferenzstruktur besitzt, kann er seinen erwarteten Nutzen jeder Option abschätzen und in der Folge die Option mit dem höchsten zu erwartenden Nutzen auswählen.

Die neoklassische Hypothese über den rationalen Akteur als Nutzenmaximierer stützt sich auf folgende allgemeine Prämissen: <sup>269</sup>

1. Die Überzeugungen des Akteurs hinsichtlich seiner Ziele und Werte sind gegeben und verändern sich nicht durch den Fortschritt der Zeit oder durch Erfahrungen.
2. Seine Überzeugungen sind in sich schlüssig.

---

<sup>267</sup>In der Literatur wird die Revisionist School mehrfach direkt mit der Porter-Hypothese assoziiert. Dabei wird übersehen, dass die Revisionist School sich darauf beschränkt, den technologischen Wandel als endogene Variable zu definieren.

<sup>268</sup> Vgl. Gigerenzer, 2002, S. 37.

<sup>269</sup> Vgl. Gigerenzer, 2002, S. 38.

3. Der Akteur ist im Stande, die Welt objektiv zu betrachten und zu beschreiben.
4. Seine Fähigkeiten, Daten auszuarbeiten und fehlende Informationen einzuholen, um seine Erwartungswerte ziemlich genau vorhersagen zu können, sind nicht beschränkt.

Diese Eigenschaften des „**neoklassischen** Akteurs“ können auch als einerseits eine ihm innewohnende **unbeschränkte** „wahrnehmende Rationalität“ (perceptive rationality)<sup>270</sup> – die Rationalität, welche in der unbeschränkten Informationseinholung vermutet wird – und andererseits eine unbeschränkte „beschließende Rationalität“ (decisional rationality)<sup>271</sup> – welche in der Fähigkeit zur Umwandlung der unbeschränkten Informationen in eine optimale Entscheidung vermutet wird – beschrieben werden.

Wissenschaftler haben inzwischen, diese von den neoklassischen Wirtschaftstheoretikern aufgestellte Hypothese über das „wahrnehmend“ und „beschließend“ rationale Verhalten der Akteure – direkt und indirekt – mehrmals mit dem Ergebnis überprüft, dass sie falsifiziert werden muss.<sup>272</sup>

Bei ihren empirischen Untersuchungen stellte sich ein Verhalten der wirtschaftlichen Akteure heraus, welches den oben angeführten Prämissen deutlich widerspricht.<sup>273</sup>

Ihren Untersuchungsergebnissen zufolge ist die „perceptive rationality“ beschränkt, da die Wahrnehmung wirtschaftlicher (aber auch nicht-wirtschaftlicher) Akteure, sei diese optischer, haptischer, oder akustischer Natur, immer selektiv funktioniert.<sup>274</sup> Jeder wahrgenommene *Reiz* (stimulus) wandelt sich in eine wahrgenommene „*Überzeugung*“ (belief) um. Die Wahrnehmung selbst ist subjektiv.<sup>275</sup> Sie fügt oft dem Stimulus etwas hinzu oder lässt etwas unbeachtet. Ein Akteur ist daher weder im Stande die Welt **objektiv** wahrzunehmen, noch sie danach objektiv zu beschreiben.<sup>276</sup>

---

<sup>270</sup> Vgl. Viale, 1992, S. 175.

<sup>271</sup> Vgl. Viale, 1992, S. 174.

<sup>272</sup> Vgl. Conlisk, 1996, S. 670.

<sup>273</sup> Vgl. Conlisk, 1996, S. 670 ff.

<sup>274</sup> Vgl. Simon, 1959, S. 272 f.

<sup>275</sup> Vgl. Schülein und Reitze, 2002, S. 182.

<sup>276</sup> Vgl. Simon, 1959, S. 256.



Aufgrund ihrer **subjektiven** Wahrnehmungen und – dadurch subjektiv determiniert – falschen Kombinationen der einzelnen subjektiven Wahrnehmungen ziehen Akteure möglicherweise „falsche“ Rückschlüsse und treffen ebenso „falsche“ Annahmen. Sollten sich ihre Überzeugungen etwa durch neue Informationen als falsch erweisen, beharren Akteure nach diesem Untersuchungsergebnis trotzdem weiterhin auf der Richtigkeit ihrer Annahmen.<sup>277</sup>

Oft werden neue, „richtige“ Informationen durch das Gedächtnis aufgenommen und verarbeitet. Die früher gespeicherten „falschen“ Informationen bleiben dem Langzeitgedächtnis trotzdem erhalten und werden ebenfalls zum Lösen von Problemen herangezogen. Dadurch könnte vom Akteur eine in sich nicht schlüssige Entscheidung getroffen werden.

Auch die von der neoklassischen Theorie angenommene „decisional rationality“ – das unbeschränkte Suchen nach Informationen und das Verwerten<sup>278</sup> von diesen zum Treffen von Entscheidungen – hat sich durch die empirischen Untersuchungen nicht bestätigt.<sup>279</sup> Viel mehr hat sich gezeigt, dass Akteure die ihnen zur Verfügung stehenden Informationen zur raschen Lösung von Problemen anwenden.<sup>280</sup>

#### **4.2.2.2 Der Ansatz der beschränkten Rationalität**

Das von Herbert Simon erstmalig etablierte Konzept der „bounded rationality“ (beschränkten Rationalität) beschreibt das tatsächliche Verhalten von Akteuren in ökonomischen Entscheidungsprozessen. Menschen treffen ihre Entscheidungen auf der Basis von beschränkten Informationen, begrenzter Zeit und von einfachen Entscheidungsregeln (keinen komplizierten Rechenvorgängen). Routinen, Daumenregeln<sup>281</sup> und Heuristiken unterstützen den Auswahlprozess. Die Suche nach der richtigen Entscheidung wird gestoppt, sobald sich eine zufrieden stellende (satisfactory) Lösung abzeichnet

---

<sup>277</sup> Vgl. Conlisk, 1996, S. 670.

<sup>278</sup> Vgl. Schwartz, 2002, S. 182.

<sup>279</sup> Vgl. Viale, 1992, S. 174.

<sup>280</sup> Vgl. Schwartz, 2003, S. 594.

<sup>281</sup> Vgl. Mellers et al., 2002, S. 268.

(meistens geschieht dies lange bevor alle zugänglichen Alternativen geprüft wurden).<sup>282</sup>

Beschränkt rationales Verhalten ist nicht identisch mit irrationalem Verhalten. Ein beschränkt rationaler Akteur handelt rational, allerdings nicht maximierend. Der Entscheidungsfindungsprozess eines beschränkt rational Handelnden ist ein Suchprozess, welcher durch das Anspruchsniveau<sup>283</sup> jedes einzelnen geprägt ist. Unter dem Anspruchsniveau wird der Wert der Zielvariablen verstanden, der durch eine zufrieden stellende Entscheidungsalternative erreicht werden muss. Im wirtschaftlichen Kontext gesehen sind Gewinn oder Marktanteil die häufigsten Zielvariablen. Beschränkt rationale Marktteilnehmer verhalten sich daher nach Gewinn strebend, aber nicht Gewinn maximierend. Die Suche nach einer gewinnbringenden Alternative wird so lange fortgesetzt, bis eine zufrieden stellende Lösung gefunden wurde, und, nicht so lange, bis die optimale Lösung gefunden wurde. Ist es relativ einfach, zufrieden stellende Entscheidungsalternativen zu finden, so wird das Anspruchsniveau erhöht, ist es schwierig, wird es herabgesetzt.<sup>284</sup>

Unbeschränkt rationales Verhalten müsste unbegrenzte kognitive Fähigkeiten voraussetzen. Der Mensch, als unbeschränkt rational handelndes Wesen, müsste die Lösungen aller mathematischen Probleme kennen, unabhängig davon, wie kompliziert sie sind. Er müsste über unbeschränktes Wissen verfügen.<sup>285</sup>

Da dies in der Realität nicht gegeben ist, kann sich der Mensch in vielen Entscheidungssituationen<sup>286</sup> nur beschränkt rational verhalten.<sup>287</sup>

Der Ansatz von Herbert Simon untersucht (wie später die evolutorische Theorie von Nelson und Winter, welche sich auf das Konzept der „beschränkten Rationalität“ stützt)<sup>288</sup> das Verhalten von einzelnen Organisationen im Marktsystem sowie von Individuen innerhalb von Organisationen.<sup>289</sup>

---

<sup>282</sup> Vgl. Simon, 1992a, S. 3ff.

<sup>283</sup> Vgl. Selten, 1998, S. 192 ff.

<sup>284</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 13f.

<sup>285</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 14f.

<sup>286</sup> Zu diesen Entscheidungssituationen zählen insbesondere Entscheidungen unter unsicheren Voraussetzungen wie etwa F&E-Entscheidungen.

<sup>287</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 13ff.

<sup>288</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 27.

<sup>289</sup> Siehe dazu auch 3.2 sowie 3.3.

Er kritisiert die neoklassische Theorie, welche das Verhalten von Individuen und Unternehmen auf einen einfachen parametrischen, maximierenden Auswahlprozess reduziert und von einem Gleichgewicht ausgeht, in welchem der Markt die Akteure mit allen notwendigen Informationen versorgt, die bereits auf das wesentliche reduziert und in einer solchen Form aufbereitet sind, dass sie als Entscheidungsgrundlage verwendet werden können.<sup>290</sup>

Da Information nicht als ein normales Gut betrachtet werden kann, sind Informationen, die der Markt liefert, in jedem Fall unteilbar, nur von unvollkommenem Nutzen, und, sie lassen sich von Individuen bzw. Unternehmen nur unvollständig aneignen.

Insofern scheint der Markt ungeeignet, Informationen und die Komplexität derselben vollständig zu reduzieren und, Individuen bzw. Unternehmen geeignete Entscheidungsgrundlagen zu bieten.<sup>291</sup>

Die Kritiker der neoklassischen Theorie schlagen die Organisation als alternative Problemlösungseinheit vor.<sup>292</sup> Ein Unternehmen unterteilt komplexe Probleme in einfache Subprobleme, welche von den Subsystemen (Abteilungen) des Unternehmens gelöst werden (die einzelnen Divisionen besitzen spezielles Wissen, um das Subproblem lösen zu können). Die Sublösungen werden von der Organisation koordiniert und kontrolliert und schließlich zu einer Gesamtlösung zusammengefügt.<sup>293</sup>

Die neoklassische Wirtschaftstheorie nimmt künftige, unsichere Entwicklungen als sicher, vorhersagbar an. Sie reduziert jede ungewisse Situation auf eine gewisse – da Unsicherheiten in ihrem Modell keinen Platz haben.

Gerade aber in Bezug auf technologische Innovationen gibt es eine Reihe von Unsicherheiten<sup>294</sup>, die nicht ignoriert werden sollten, um dem F&E-Entscheidungsprozess gerecht werden zu können.<sup>295</sup>

---

<sup>290</sup>Mit diesen Ansichten bildet Herbert Simon die Grundlage für die evolutorische Theorie von Nelson und Winter.

<sup>291</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001.

<sup>292</sup> Vgl. Egidi, 1992a, S. 8ff.

<sup>293</sup> Vgl. Egidi, 1992b, S. 149.

<sup>294</sup> Vgl. Lombardini, 1992, S. 12ff.

<sup>295</sup> Das bedeutet, dass die neoklassische Theorie ungeeignet scheint, den Prozess des technologischen Wandels zu untersuchen (wenn eine Innovation vorhersagbar wäre, hätte man sie schon längst entwickelt!).

Herbert Simon unterscheidet zwischen zwei Arten von zukunftsbezogenen Unsicherheiten und setzt sich bewusst mit ihnen auseinander:

1. Die Umwelt betreffende Unsicherheiten (environmental uncertainty)
2. Das Verhalten der Marktteilnehmer betreffende Unsicherheiten (strategic uncertainty)<sup>296</sup>

Die Unsicherheiten unter 1. sind mit zu erwartenden Wahrscheinlichkeiten abschätzbar, die Unsicherheiten unter 2. nicht.

Um das zukünftige Verhalten von Akteuren in bestimmten Situationen abschätzen zu können, bedarf es dem Instrument der experimentellen Ökonomie.<sup>297</sup> Diese ermöglicht es noch am ehesten, Annahmen über das Verhalten von Unternehmen zu treffen.<sup>298</sup>

#### 4.2.2.3 Die „Adaptive Toolbox“ und „Fast and Frugal“ – Heuristiken

Das Konzept von Gerd Gigerenzer und Reinhard Selten beschreibt – angelehnt an die Theorie von Herbert Simon – das menschliche Gedächtnis als „adaptive Toolbox“.<sup>299</sup>

Menschen seien mit mentalen **Tools** ausgerüstet, welche ihnen helfen, Probleme in verschiedenen Situationen zu lösen. Jedes Tool ist für eine bestimmte Art von Problemen geeignet (adapted) bzw. anwendbar (adaptive). Das Gedächtnis ist eine Sammlung dieser Tools und daher wie eine Toolbox (Werkzeugkasten). Das Gedächtnis verfügt über **Heuristiken**, welche auf der Basis der aktuellen, kognitiven Fähigkeiten einer Spezies geformt sind (und nicht – wie die neoklassische Theorie annimmt – auf der Grundlage einer Laplace'schen Superintelligenz, welche unterstellter Weise mit unbeschränkten zeitlichen und finanziellen Ressourcen sowie unbegrenzten Informationen und rechnerischen Fähigkeiten ausgestattet ist.) Alle Heuristiken sind für das Erreichen ganz bestimmter Ziele entworfen.<sup>300</sup> Sie sind so speziell ausgerichtet,

---

<sup>296</sup> Nicht in allen, aber in vielen Entscheidungssituationen spielt das Verhalten der Mitbewerber eine Rolle.

<sup>297</sup> Vgl. Tamborini, 1992, S.24.

<sup>298</sup> Herbert Simon empfiehlt jedem Unternehmen gezielte Laborexperimente durchzuführen, um das zukünftige Verhalten der anderen Marktteilnehmer besser einschätzen zu können.

<sup>299</sup> Vgl. Muramatsu und Hanoach, 2005, S. 210.

<sup>300</sup> Vgl. Payne und Bettman, 2002, S. 123.

um schnelle, einfache und günstig berechenbare Entscheidungen zu ermöglichen.<sup>301</sup>

Die Unterteilung der „bounded rationality“ in „satisficing“ und „fast and frugal heuristics“ reflektiert die Art der Suche im Entscheidungsprozess: die Suche nach alternativen Auswahlmöglichkeiten (satisficing)<sup>302</sup> und die Suche nach Hinweisen und Entscheidungskriterien (fast and frugal heuristics)<sup>303</sup>.

Die Heuristiken stützen sich auf wenige, einfache („frugal“) Kriterien und helfen daher eine rasche („fast“) Entscheidung zu treffen.<sup>304</sup>

Die „adaptive Toolbox“ (das menschliche Gedächtnis) kann aus folgenden Gründen **nicht „optimierend“** funktionieren:<sup>305</sup>

- Meistens werden mehrere Ziele gleichzeitig verfolgt.
- Die alternativen Lösungen zur Erreichung der Ziele lassen sich kaum miteinander vergleichen.
- Wenn die alternativen **Lösungsmöglichkeiten** nicht bekannt sind, also erst in einem langwierigen Prozess erforscht werden müssen (was die „bounded rationality“ annimmt), ist die Anwendung von Optimierungsmodellen, welche von bekannten Lösungen und einer beschränkten Anzahl an Lösungsmöglichkeiten ausgehen, untauglich.
- Wenn die zukünftigen **Konsequenzen** der einzelnen Lösungsmöglichkeiten unbekannt sind (was die „bounded rationality“ annimmt), sind Optimierungsmodelle, welche beschränkte und bekannte Konsequenzen unterstellt, nicht angebracht.

Die adaptive Toolbox stellt für das Treffen von Entscheidungen Heuristiken zur Verfügung, welche wiederum aus verschiedenen Bausteinen bestehen. Im Folgenden werden die drei Hauptfunktionen dieser Bausteine beschrieben:<sup>306</sup>

- Search Rules

---

<sup>301</sup> Vgl. Gigerenzer und Selten, 2002, 37f.

<sup>302</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 14.

<sup>303</sup> Vgl. Todd, 2002, S. 51. .

<sup>304</sup> Vgl. Muramatsu und Hanoch, 2005, S. 210.

<sup>305</sup> Vgl. Gigerenzer, 2002, S. 40.

<sup>306</sup> Vgl. Gigerenzer und Selten, 2002, S. 43ff.

Das Konzept der „bounded rationality“ unterscheidet zwischen der Suche nach Entscheidungsoptionen (the choice set) und der Suche nach Hinweisen und Kriterien (für die Alternativenevaluierung).

Der Suchprozess umfasst zufällige Suchkriterien, eine ordnende Suche (Kriterien werden nach bestimmten Werten gereiht) sowie die Imitation<sup>307</sup> von dem Entscheidungsverhalten vergleichbarer anderer.<sup>308</sup>

Auch nichtkognitive Tools wie Emotionen spielen im Auswahlprozess eine bedeutende Rolle und können zur Eliminierung einer großen Zahl von Auswahlmöglichkeiten führen. (Beispielsweise können Schuldgefühle Unternehmen davon abhalten, ihren Vertragspartner zu betrügen).<sup>309</sup>

- Stopping Rules

In den Modellen von Herbert Simon wird die Suche nach Alternativen beendet, sobald die erste Alternative gefunden wird, die das Anspruchsniveau („aspiration level“) gerade erfüllt (oder sogar besser erfüllt).<sup>310</sup> Das Anspruchsniveau kann steigen oder fallen, je nachdem, wie viel Zeit in die Suche investiert wird.

Emotionen sind sehr effektive Tools<sup>311</sup>, um die Suche nach Entscheidungsalternativen zu beenden. Liebe beispielsweise, kann die Suche nach einem geeigneten Partner auf sehr effektive Weise beenden.<sup>312</sup> Auch die Entscheidung für Kinder in einer Partnerschaft ist von Emotionen geleitet. Paare würden niemals beschließen, Kinder aufzuziehen, wenn sie ihre Entscheidung ausschließlich von einer Kosten-Nutzen-Rechnung abhängig machen würden.<sup>313</sup>

- Decision Rules

---

<sup>307</sup> Vgl. Beckenbach, 2005, S. 68.

<sup>308</sup> Soziale Imitation ermöglicht schnelle Entscheidungen, wenn Zeit und Informationen limitiert sind. Heuristiken wie „esse, was deinesgleichen essen“ und „suche dir Freunde, mit denen deinesgleichen auch befreundet sind“ können den Suchprozess erleichtern und beschleunigen.

<sup>309</sup> Vgl. Mellers et al., 2002, S. 269.

<sup>310</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 67.

<sup>311</sup> Vgl. Muramatsu und Hanoch, 2005, S. 203 ff.

<sup>312</sup> Vgl. Mellers et al., 2002, S. 274 f.

<sup>313</sup> Emotionen beeinflussen den gesamten Entscheidungsprozess. Sie unterstützen schnelle, automatische und oft sogar überlebensnotwendige Entscheidungen.

Die einfachen Heuristiken, welche nach der „bounded rationality“ als Auswahlstrategien angewandt werden<sup>314</sup>, beruhen auf **einem** einzigen, ausschlaggebenden Entscheidungskriterium<sup>315</sup> und ignorieren alle restlichen Kriterien (im Gegensatz zur „linearen multiplen Regression“ – hier werden die Werte aller Kriterien z.B. nach der Regel von Bayes<sup>316</sup> summiert). Es hat sich allerdings in Untersuchungen<sup>317</sup> gezeigt, dass einfache Heuristiken – welche weniger Informationen und weniger Berechnungen heranziehen, als die multiple Regression – die präziseren Prognosen abgeben.<sup>318</sup>

Einfache, psychologisch plausible Entscheidungstools sind daher nicht evidenterweise schlechter geeignet (oft sogar besser geeignet) als hochkomplexe Kombinationsschemen. In vielen Situationen gibt es keinen Trade-Off zwischen Einfachheit der angewandten Tools und Exaktheit der Vorhersage.<sup>319</sup>

Den Beweis dafür, dass Menschen in Entscheidungssituationen normalerweise schnelle und einfache (fast and frugal) Heuristiken anwenden, um Alternativen zu evaluieren liefert das Forschungsprogramm von Tversky und Kahneman („heuristics and biases“)<sup>320</sup>, welches in den letzten Jahrzehnten in der Psychologie und in den Wirtschaftswissenschaften eine bedeutende Rolle spielte.

Gerade im Wirtschaftsleben ist Zeit sehr knapp. Rasche Entscheidungen können ausschlaggebend sein. Der schnellere verdrängt den langsameren vom Markt. Zeit ist Geld.<sup>321</sup>

Aber nicht nur in der Ökonomie kann die Anwendung von „fast and frugal“-Heuristiken überlebensnotwendig sein. Auch in anderen Bereichen wie in der Medizin müssen Entscheidungen sehr rasch gefällt werden. Ärzte, die in einem Notfall eingesetzt werden, sind gezwungen, sofort eine zufrieden stellende Lösung zu finden (um das Leben des Patienten zu retten). Es bleibt ihnen keine

---

<sup>314</sup> Vgl. Beckenbach und NIII, 2005, S. 67.

<sup>315</sup> Vgl. Conlisk, 1996, S. 676.

<sup>316</sup> Vgl. Bradley und Thomas, 1998.

<sup>317</sup> Für Beispiele solcher Untersuchungen siehe Selten und Gigerenzer, 2002, S. 45.

<sup>318</sup> Vgl. Martignon, 2002, S. 167.

<sup>319</sup> Vgl. Gigerenzer, 2002, S. 45 f.

<sup>320</sup> Vgl. Kahneman und Tversky, 1982.

<sup>321</sup> Vgl. Todd, 2002, S. 53 ff.

Zeit, alle in Frage kommenden Alternativen durchzudenken, andere Ärzte zu befragen, etc. Eventuell versorgt der im Notfall handelnde Arzt den lebensbedrohlich verletzten Patienten nicht optimal, wodurch der Prozess der Heilung etwas länger dauert. Hätte der Arzt jedoch nicht sofort gehandelt, sondern vorher noch diverse Informationen eingeholt, wäre der Patient gestorben. Manchmal bekommt daher der Zeitfaktor auch qualitativ erstrangige Bedeutung.<sup>322</sup>

Eine oft angewandte „fast and frugal“-Heuristik ist die „Take-The-Best“-Heuristik.<sup>323</sup> Hier muss eine Entscheidung zwischen zwei Alternativen getroffen werden. Eine geordnete Liste von binären Kriterien soll die Auswahl erleichtern. Die Kriterien werden, in Form von Fragen, der Reihe nach überprüft. Die erste Alternative, welche ein Kriterium erfüllt, wird ausgewählt. Es soll beispielsweise entschieden werden, welche von zwei deutschen Städten größer ist. Das erste binäre Kriterium wäre die Frage, ob eine der beiden Städte die Hauptstadt von Deutschland ist. Die zweite Frage wäre, ob eine der beiden Städte eine bekannte Fußballmannschaft hat, usw.. Die erste Frage, die für eine Stadt mit „ja“ beantwortet werden kann, bestimmt die Auswahl.<sup>324</sup>

Eine der Eigenschaften von „fast and frugal“-Heuristiken scheint für Ökonomen von besonderer Bedeutung zu sein: Das bewusste Ignorieren von bestimmten Informationen.<sup>325</sup> Eine Bank beispielsweise, welche nach gewissen Regeln agiert, ignoriert zusätzlich verfügbare Informationen, um nicht von ihren Regeln abweichen zu müssen.<sup>326</sup>

Die Vertreter der „bounded rationality“ bestätigen durch zahlreiche Untersuchungen das selektive Verhalten der Marktakteure im Umgang mit Informationen im Entscheidungsfindungsprozess.

Die evolutorische Theorie und ihre Vertreter wie Nelson und Winter (sowie Heiner, Hayek und Hodgson) betrachten die Marktteilnehmer auch als Akteure,

---

<sup>322</sup> Vgl. Koppl, 2003, S. 434.

<sup>323</sup> Vgl. Payne und Bettman, 2002, S. 131.

<sup>324</sup> Vgl. Martignon, 2002, S. 149.

<sup>325</sup> Vgl. Conlisk, 1996, S. 670.

<sup>326</sup> Vgl. Gigerenzer, 2002, S. 46.



welche nach bestimmten Entscheidungsregeln handeln und daher selektiv mit Informationen umgehen.<sup>327</sup>

#### 4.2.2.4 Angewandte Methoden im Entscheidungsfindungsprozess

Im Entscheidungsprozess werden zahlreiche, unterschiedliche, jedoch mitsamt signifikante Verhaltensweisen und Methoden wirksam:

##### 1. Intuitive and Analytical Approaches to Decision Tasks<sup>328</sup>

Es ist sinnvoll, zwischen zwei Arten der Entscheidungsfindung zu unterscheiden:

- Analytischer Ansatz

Hier basiert die Entscheidung auf der Struktur des Problems, auf der Beziehung zwischen Auswahl und Ergebnis, und, so weit wie möglich, auf der Verwendung von numerischen Informationen für die Berechnung der Lösung.

- Intuitiver Ansatz

Diese Herangehensweise beruht im Gegensatz zum analytischen Ansatz nicht auf dem Verstehen des Problems, sondern auf der wahrgenommenen Ähnlichkeit dieses Entscheidungsproblems mit solchen früher erfahrenen Situationen, deren Lösungen einem bereits bekannt sind, und, auf die gegenwärtige Situation übertragbar erscheinen.

Der analytische Ansatz ist nicht zwingend besser als der intuitive Ansatz. Möglicherweise wird die Struktur des Problems falsch verstanden bzw. werden die Berechnungen auf der Grundlage falscher Informationen durchgeführt.

Andererseits läuft man bei der Anwendung der intuitiven Herangehensweise Gefahr, dass die wahrgenommenen Ähnlichkeiten, welche das Übernehmen der Lösung einer bereits erfahrenen Situation zu rechtfertigen scheinen, nur oberflächlich gültig sind und wichtige Unterschiede verkannt bleiben.

---

<sup>327</sup> Vgl. Koppl, 2003, S. 433.

<sup>328</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 28 f.

Einige Experimente wurden sowohl mit Gruppen von Wirtschaftsexperten als auch mit Gruppen von Studenten durchgeführt. Die Wirtschaftsexperten hatten bereits Erfahrung mit ähnlichen Aufgaben, bzw. Entscheidungssituationen. Ihre Performance war jedoch schlechter als die der Studenten.

Dieser Fall trat beispielsweise bei professionellen Wolleverkäufern bei sequentiellen Auktionen (Untersuchung von Burn, 1985)<sup>329</sup> und bei Händlern auf dem Finanzmarkt (Untersuchung von Abbink und Kuon, 1998)<sup>330</sup> ein.

Der Grund dafür könnte in der – bei oberflächlichem Zugang schwer identifizierbaren – Verschiedenartigkeit der Struktur der bisher erfahrenen, realen Situationen und in der Struktur des Experiments liegen. Die Experten haben dadurch eventuell voreilig eine falsche Lösungsalternative von den ähnlichen, bereits erfahrenen realen Situationen auf das Experiment übertragen. Die Studenten allerdings – mit wenig bis keiner praktischen Erfahrung – mussten sich mit der Situation etwas ausführlicher beschäftigen, um eine zufrieden stellende Entscheidung treffen zu können.

## **2. Reinforcement Learning<sup>331</sup>**

Das Verhalten bei der Anwendung des Payoff-Sum-Modells ist durch Informationssparsamkeit gekennzeichnet. Der Entscheidungsträger verwendet keine andere Information, als die Summe der Payoffs<sup>332</sup> (Auszahlungen) und ignoriert somit bewusst alle zusätzlichen Faktoren.

## **3. Learning Direction Theory<sup>333</sup>**

Ex post werden Entscheidungen vergleichbarer Art betrachtet und überlegt, ob eine andere Entscheidungsalternative besser gewesen wäre. Das Ergebnis kann dann der nächsten ähnlichen Entscheidung zugrunde gelegt werden und es kann bestimmt werden, in welcher Richtung eine bessere Entscheidungsalternative auszumachen wäre. Ein einfaches Beispiel soll dies illustrieren: Ein Bogenschütze, der auf einen Baumstamm gezielt hat

---

<sup>329</sup> Vgl. Burns, 1985, (zit. nach: Selten, 2002, S. 35)

<sup>330</sup> Vgl. Abbink und Kuon, 1998, (zit. nach Selten, 2002, S. 35).

<sup>331</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 27.

<sup>332</sup> Vgl. Roth und Erev, 1995, S. 172 ff.

<sup>333</sup> Vgl. Selten und Stoecker, 1986, S. 47 ff.

und danach rechts an dem Baumstamm vorbei schießt, wird bei seinem nächsten Versuch den Bogen etwas weiter links positionieren.

#### 4. Hyperbolic Discounting<sup>334</sup>

Bei verschiedenen Experimenten hat sich gezeigt, dass Testpersonen 95 Geldeinheiten, die sie sofort erhalten, 100 Geldeinheiten, die sie erst morgen erhalten, häufig vorziehen. Dagegen würden die gleichen Versuchspersonen 100 Geldeinheiten, die sie in einem Jahr und einem Tag erhalten, 95 Geldeinheiten, die sie in einem Jahr erhalten, vorziehen.

Dieses Verhalten involviert eine zeitliche Inkonsistenz.<sup>335</sup> Die zweite Entscheidungssituation ist – zwar auf ein Jahr später verlegt – genau die gleiche wie die erste, trotzdem entscheidet sich die Testperson der ersten entgegengesetzt. (Die Versuchsperson muss sich sowohl im ersten, als auch im zweiten Beispiel heute entscheiden. Wenn sie sich zwischen 95 GE heute und 100 GE morgen entscheiden soll, wählt sie lieber 95 GE heute, da sie in diesem Fall das Geld sofort mit 100 % - iger Sicherheit erhält. Die Differenz von 5 GE ist zu gering, um ein Risiko einzugehen. Obwohl es eigentlich kein Risiko gibt – da ihr das Geld zugesichert wurde –, erscheint es der Testperson trotzdem etwas riskant bis zum nächsten Tag zu warten. [Interessant wäre es herauszufinden, ab wie viel zusätzlichen GE die Versuchsperson bereit wäre, auf ihr Geld einen oder mehrere Tage zu warten.] Wenn sich die Testperson allerdings zwischen 100 GE, die sie in einem Jahr und einem Tag erhält und 95 GE, die sie in einem Jahr erhält, entscheiden muss, ist die Situation – auch wenn sie gleich erscheint wie die vorherige – von heute aus betrachtet eine andere. Sie muss in jedem Fall ein Jahr auf das Geld warten. Die Option, das Geld sofort zu erhalten, gibt es nicht. Daher ist es ihr gleichgültig, ob sie darauf 365 oder 366 Tage wartet.)<sup>336</sup>

---

<sup>334</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 32 f.

<sup>335</sup> Vgl. Conlisk, 1996, S. 677.

<sup>336</sup> Kommentar Lilla Kovacs.

In Anlehnung an die Freud'sche psychoanalytische Theorie (das Selbst bestünde aus mehreren Teilen, welche verschiedene Interessen vertreten würden) unterscheidet die „bounded rationality“ zwischen einem gegenwärtigen Selbst und einem zukünftigen Selbst. In dem obigen Beispiel entscheidet sich das gegenwärtige Selbst anders, als sich das zukünftige Selbst entscheiden würde.<sup>337</sup> Die Aufspaltung einer Person in mehrere Selbst mit gegensätzlichen Zielen ist bereits eine Beschränkung der Rationalität für die Person als Ganzes. Hier handelt es sich allerdings nicht um eine kognitive Beschränkung, sondern um eine Motivationsbeschränkung.<sup>338</sup>

#### 4.2.2.5 Das Lösen von Problemen

In vielen Entscheidungssituationen, in denen sich Individuen oder Organisationen befinden, ist es aufgrund von Unsicherheiten nicht möglich, alle Informationen zu erlangen, welche notwendig wären, um die optimale Lösung des Problems ermitteln zu können.<sup>339</sup> In anderen wäre es – bei unbeschränkten zeitlichen und rechnerischen Ressourcen – theoretisch möglich, alle Lösungsstrategien zu erforschen. Praktisch betrachtet scheitert es jedoch in der letzteren Konstellation entweder an der nicht ausreichend zur Verfügung stehenden Zeit oder an den fehlenden rechnerischen Fähigkeiten eines Individuums bzw. Unternehmens.<sup>340</sup>

Anschließend werden die möglichen Problemlösungsstrategien strukturiert dargestellt:

1. *Für den Fall, dass alle in Frage kommenden Strategien ergründbar sind und der Entscheidungsprozess wenig komplex ist, erfolgt die Problemlösung*<sup>341</sup>

- a) durch das Untersuchen aller möglichen Lösungsansätze und der Auswahl der besten Strategie (Von Neumann-Algorithmus).

---

<sup>337</sup> Vgl. Conlisk, 1996, S. 677.

<sup>338</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 33.

<sup>339</sup> Vgl. Lombardini, 1992, S. 12.

<sup>340</sup> Vgl. Simon, 1992b, S. 28.

<sup>341</sup> Vgl. Schwartz, 2002, S. 182.

- b) durch das Suchen nach einer zufrieden stellenden (satisficing) Lösung. Sobald diese gefunden wurde, wird die Suche abgebrochen (Stop-rules) und die zufrieden stellende Strategie (Heuristik) wird angewandt.

2. Für den Fall, dass alle in Frage kommenden Strategien ergründbar sind und der Entscheidungsprozess sehr komplex ist, erfolgt die Problemlösung:<sup>342</sup>

- a) durch das Untersuchen aller möglichen Lösungsansätze und der Auswahl der besten Strategie (Von Neumann-Algorithmus).
- b) durch das Suchen nach einer zufrieden stellenden (satisficing) Lösung. Sobald diese gefunden wurde, wird die Suche abgebrochen (Stop rules) und die zufrieden stellende Strategie (Heuristik) wird angewandt.

3. Für den Fall, dass **nicht** alle in Frage kommenden Strategien ergründbar sind:

**Wenn** – trotz genügend (zwar nicht unbegrenzten aber reichlich zur Verfügung stehenden) zeitlichen Ressourcen und rechnerischen Fähigkeiten – **aufgrund von zukunftsbezogenen Unsicherheitsfaktoren nicht alle alternativen Lösungsmöglichkeiten erforscht werden können, können nur Heuristiken** (Option b in Fall 1 und 2) **angewandt werden.**<sup>343</sup>

Im 1. Fall handelt es sich – spieltheoretisch ausgedrückt – um Spiele mit einer geringen Anzahl von Zügen. Jeder „rationale“ Akteur hat die Option, alle möglichen eigenen Züge, die er während des Spiels vornehmen könnte, und die Reaktionsmöglichkeiten seines Gegners auf jeden möglichen dieser Züge im Voraus durchzudenken. Wenn es sich um eine Entscheidungssituation mit ein bis zwei Zügen handelt, ist anzunehmen, dass der Akteur auf diese Weise vorgeht und dadurch die optimale Strategie wählen kann.<sup>344</sup>

Im 2. Fall ist die Situation ähnlich wie im 1. Fall, jedoch ist es hier dem Akteur – aufgrund der Komplexität des zu lösenden Problems – praktisch nicht möglich, die beste Strategie zu ergründen.

---

<sup>342</sup> Vgl. Egidi, 1992b, S. 149 ff.

<sup>343</sup> Vgl. Schwartz, 2002, S. 182.

<sup>344</sup> Vgl. Egidi, 1992b, S. 150.

Beim Schachspiel beispielsweise hätte der Spieler **theoretisch** die Möglichkeit, den Von Neumann-Algorithmus<sup>345</sup> anzuwenden. Er müsste im Voraus alle Züge, die für ihn in Frage kämen, durchdenken. Anschließend müsste er alle in Frage kommenden Gegenzüge seines Gegners in Erwägung ziehen, danach wieder seine eigenen Reaktionsmöglichkeiten auf jede einzelne Gegenzugsmöglichkeit seines Gegners überlegen, usw. **Praktisch ist dies nicht durchführbar**. Trotzdem kann der Schachspieler gewinnen ohne die optimale Lösung zu kennen, in dem er eine zufrieden stellende Strategie anwendet. Diese findet er durch das Heranziehen von Heuristiken bzw. von spontanen Methoden, bei welchen Subjektivität und Erfahrung eine große Rolle spielen.

Ob die jeweils angewandte Heuristik den Schachspieler zum Gewinner macht, ist einerseits stark von seinen Annahmen über das Verhalten seines Gegners abhängig und andererseits davon, auf welche Parameter er sich für die Auswahl seiner Strategie konzentriert (dies könnte beispielsweise die Anzahl der Spielfiguren sein, welche in der Mitte des Schachbretts stehen oder die Anzahl der Spielfiguren sein, welche sich in einer gefährlichen Position befinden).<sup>346</sup>

Die von den Spielern ausgewählten Parameter haben einen stark subjektiven Charakter, sind unvollständig – und von Akteur zu Akteur verschieden.

Simultanschachspieler gewinnen den Großteil der z.B. 50 gleichzeitig gespielten Schachrunden nicht durch das Anwenden der jeweils optimalen Strategie, sondern durch das Anwenden von Heuristiken (Standardzügen). Die meisten ihrer Gegner spielen viel weniger routiniert als sie. Sobald der Simultanschachspieler (Schachexperte) einen Schwachpunkt des Gegners identifiziert (z.B. eine ungünstige Lage erkennt, in die der Gegenspieler sich gebracht hat), wendet er eine seiner Standardstrategien (Heuristiken) an und gewinnt das Spiel nach wenigen Zügen.<sup>347</sup>

Herbert Simon ist der Ansicht, dass alle Experten (unabhängig davon, in welchem Bereich sie spezialisiert sind) etwa über 50000 Heuristiken verfügen,

---

<sup>345</sup> Vgl. Selten, 2001.

<sup>346</sup> Vgl. Egidi, 1992b, S. 151.

<sup>347</sup> Vgl. Simon, 1992b, S. 30.

welche sie zur Lösung des Großteils ihrer Probleme instinktiv und spontan anwenden können.<sup>348</sup>

Das Schachspiel (strategisches Spiel) ist ein bevorzugtes Beispiel zur Untersuchung von Problemlösungsaktivitäten von Akteuren, wenn die Entscheidungen der einzelnen Akteure zumindest teilweise von dem Verhalten des anderen Akteurs / der anderen Akteure abhängig sind.

Der 1. und 2. Fall beziehen sich aber nicht notwendigerweise auf Entscheidungssituationen, welche von dem Handeln der anderen Akteure (Konkurrenten) beeinflusst werden, sondern auch auf Entscheidungen, die unabhängig vom Agieren der Mitbewerber getroffen werden müssen. Akteure haben in den „Puzzle-Spielen“ – wie sie in der experimentellen Ökonomie genannt werden – dieselben Problemlösungsoptionen, wie in „strategischen Spielen“, allerdings müssen sie keine Annahmen über das Verhalten der Gegner treffen.<sup>349</sup>

Anhand von strategischen Spielen und Puzzles ist das menschliche Verhalten eingehend untersucht worden. Es haben sich zwei extreme Typologien abgezeichnet:<sup>350</sup> 1) die bloße Anwendung von Routinen, 2) das kreative Suchen nach neuen Routinen und neuen Lösungsansätzen.<sup>351</sup>

Diese Erkenntnisse sind für das Verstehen des Verhaltens der Marktteilnehmer in realen Wirtschaftssystemen grundlegend.

Im 3. Fall handelt es sich beispielsweise um F&E-Entscheidungen, bei denen die zukunftsbezogenen Unsicherheiten<sup>352</sup> eine Rolle spielen. Die Ereignisse können nur mit einer zu erwartenden Wahrscheinlichkeit abgeschätzt werden. Die Lösung des Problems kann in diesem Fall **nicht** optimal, sondern nur zufriedenstellend sein.

Am häufigsten müssen Entscheidungen im realen Wirtschaftsleben – trotz fehlenden Informationen und beschränkten rechnerischen Fähigkeiten – rasch

---

<sup>348</sup> Vgl. Simon, 1992b, S. 29.

<sup>349</sup> Vgl. Newell und Simon, 1972, S. 5.

<sup>350</sup> Vgl. Egidi, 1992b, S. 153.

<sup>351</sup> Auch Nelson und Winter betonen die Unterscheidung zwischen Routinen und innovativen Entscheidungen, wobei sie vor allem auf das Modifizieren und Neugestalten von Routinen hinweisen, welche sich ständig an die sich verändernden Umweltbedingungen anpassen.

<sup>352</sup> Zu zukunftsbezogenen Unsicherheiten siehe auch Kapitel 4.2.2.2 Ansatz der beschränkten Rationalität.

getroffen werden, was zum Anwenden von den gerade besprochenen Heuristiken führt.<sup>353</sup>

### 4.2.3 Evolutorische Wachstumstheorie

Nachdem vorangehend die beschränkte Rationalität von wirtschaftlichen Akteuren als wichtiger Bestandteil der evolutorischen Theorie besprochen wurde, wird nun der Schumpeter'sche Wettbewerb als Basis der evolutorischen Innovationstheorie besprochen und anschließend erörtert, wieso die neoklassische Wachstumstheorie in vielerlei Hinsicht obsolet und zur Untersuchung bestimmter wissenschaftlicher Fragestellungen nicht ausreicht.

#### 4.2.3.1 Der Schumpeter'sche Wettbewerb

Schumpeter, der bedeutendste Vorläufer der evolutorischen Ökonomik, betont vor allem zwei zentrale Aspekte des **dynamischen** Wettbewerbs, welche die neoklassische (orthodoxe) Wachstumstheorie mit ihrem **statischen Gleichgewichtsmodell** vernachlässigt:<sup>354</sup>

1. Einige Unternehmen streben bewusst danach, durch technologische Innovationen führend zu sein (Innovatoren), während andere Unternehmen durch vorsätzliche Imitation erfolgreicher Entwicklungen der Marktführer mitzuhalten versuchen (Imitatoren).
2. Es findet eine Interaktion zwischen der jeweiligen Marktstruktur, den F&E-Ausgaben und dem technischen Fortschritt statt.

Die neoklassische (orthodoxe) Wirtschaftstheorie ihrerseits ignoriert den Aspekt des **Schumpeter'schen Wettbewerbs**, dass es im Prozess des technologischen Wandels Gewinner (erfolgreiche Innovatoren) und Verlierer gibt und, dass daher dieser Prozess in einem **kontinuierlichen Ungleichgewicht** abläuft.<sup>355</sup> Entsprechend kann das statische Gleichgewichtsmodell der orthodoxen Theorie nur zur Analyse eines stationären wirtschaftlichen Prozesses verwendet werden, der sich nach ihr ausschließlich exogen durch Anstöße von außen verändern wird, nicht jedoch endogen (aus

---

<sup>353</sup> Vgl. Schwartz, 2003, S. 594.

<sup>354</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982, S. 275.

<sup>355</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982, S. 276.



sich selbst heraus). **Endogene Veränderungen** bedeuten nach Schumpeter die Durchsetzung neuer Kombinationen der Produktionsmittel (auch Prozess der „schöpferischen Zerstörung“ genannt).<sup>356</sup> Die Produktionsmittel werden den bisherigen Kombinationen entzogen und neu kombiniert. Alte, nicht mehr profitable Lösungen, werden durch neue ersetzt.<sup>357</sup>

*„Mit Schumpeter ist der Akt der Invention, wie die Innovation überhaupt, verknüpft mit einem Akt der schöpferischen Zerstörung, da das vorhandene Wissen (das vorhandene Kapital, die vorhandene Technologie oder Struktur) nicht weiter genutzt wird, wenn ein neues Paradigma, eine neue Herstellungsweise, eine neue Technologie entsteht.“<sup>358</sup>*

Die Wirtschaft wird durch Schumpeter daher keineswegs als statischer Zustand definiert, sondern als ein sich ständig **aus sich heraus** entwickelnder, **evolutorischer** Prozess.<sup>359</sup>

Unternehmen haben diese Neuerungs- und Innovationstätigkeiten (Neukombinationen von Produktionsmitteln) durchzuführen.<sup>360</sup> Dabei entscheidet der Wettbewerb, welche Unternehmen durch ihre Innovationsentscheidungen überleben. Das Marktsystem wird dadurch zu einem Instrument, welches zumindest teilweise das Verhalten von Unternehmern steuert und bewertet.<sup>361</sup>

Schumpeter zufolge werden durch das allgemeine Streben nach raschen technologischen Entwicklungen **große** Unternehmen mit einem hohen Grad an **Marktmacht** begünstigt.<sup>362</sup> Technologischer Wandel geschieht durch schubweise Veränderungen und konzentriert sich auf einzelne Unternehmen in bestimmten Branchen.<sup>363</sup> Erfolgreiche Unternehmen werden mit kurzfristigen Monopolgewinnen belohnt, die sie solange erzielen, bis imitierende Unternehmen in den Markt eintreten und die Ausbreitung der technologischen Innovation hervorrufen. Die Höhe der temporären Monopolgewinne hängt stark

---

<sup>356</sup> Vgl. Metcalfe, 2000, S. 3.

<sup>357</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 12.

<sup>358</sup> Klemmer et al., 1999, S. 32.

<sup>359</sup> Vgl. Kelm, 1997, S. 101.

<sup>360</sup> Vgl. Schumpeter, 1997, S. 110 f.

<sup>361</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982, S. 278f.

<sup>362</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982, S. 280.

<sup>363</sup> Vgl. Schumpeter, 1961, S. 108.

von der Größe des Unternehmens ab. Große Firmen haben durch ihr Produktionsniveau, ihre Produktionsleistungen und ihre Finanzierungsmöglichkeiten bessere Chancen in kurzer Zeit eine neue Technologie in hohem Umfang auszuschöpfen.<sup>364</sup>

#### **4.2.3.2 Neoklassische vs. evolutorische Wachstumstheorie**

In folgender Tabelle sind die wesentlichen Unterschiede zwischen neoklassischer und evolutorischer Wachstumstheorie zusammengefasst:

---

<sup>364</sup> Vgl. Schumpeter, 1997, S. 334.

Neoklassische Innovationstheorie	Evolutionäre Innovationstheorie
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stationäre Wirtschaft</li> <li>• statisches Gleichgewichtsmodell</li> <li>• Unternehmen werden als einheitliche, homogene Entscheidungsträger betrachtet (Typologiedenken)</li> <li>• alle Unternehmen haben gleichen Zugang zu Wissen</li> <li>• vollkommene Information der Marktteilnehmer</li> <li>• Unternehmen haben gleiche Produktions- und Kostenfunktion</li> <li>• Unternehmen werden als Gewinn <b>maximierende</b> Organisationen definiert</li> <li>• Betonung auf makroökonomischer Ebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dynamischer Wettbewerb</li> <li>• kontinuierliches Ungleichgewicht</li> <li>• es wird von Heterogenität/Individualität der Unternehmen ausgegangen (Populationsdenken)</li> <li>• Unternehmen haben untersch. Zugang zu Wissen</li> <li>• unvollkommene Information der Marktteilnehmer</li> <li>• Produktions- und Kostenfunktionen der Unternehmen divergieren</li> <li>• Unternehmen werden als nach Gewinn <b>strebende</b> Organisationen definiert</li> <li>• Betonung auf mikroökonomischer Ebene</li> </ul>

**Abbildung 7: Orthodoxe vs. evolutionäre Wachstumstheorie<sup>365</sup>**

Die Vertreter der evolutionären Theorie wie Nelson und Winter<sup>366</sup>, Dosi<sup>367</sup> oder Witt<sup>368</sup> gehen auf der Grundlage von Schumpeter von einem dynamischen Wettbewerb aus (die Wirtschaft ist kein unveränderter Zustand, sondern ein ständiger Veränderungsprozess)<sup>369</sup>, in dem die Marktteilnehmer über unvollständige Informationen bezüglich des Verlaufs der Angebots- und Nachfragekurve verfügen. Die Treiber und Hemmnisse der ökonomischen

<sup>365</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 20 ff.

<sup>366</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982.

<sup>367</sup> Vgl. z.B. Dosi, 1990b.

<sup>368</sup> Vgl. z.B. Witt, 1993 und Witt, 1987.

<sup>369</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 63ff.

Veränderungsprozesse sind Innovationen.<sup>370</sup> Der Prozess des technologischen Wandels wird gerade durch die Heterogenität<sup>371</sup> der Akteure vorangetrieben.<sup>372</sup>

Nach der evolutorischen Theorie verhalten sich Unternehmen nicht Gewinn maximierend, sondern **nach Gewinn strebend**. Sie sind mit unterschiedlichen Ressourcen ausgestattet und verfügen über unterschiedliche Zugangsmöglichkeiten zu unvollständigem Wissen.<sup>373</sup> (Die neoklassische Theorie hingegen nimmt an, dass zu jedem beliebigen Zeitpunkt alle technologischen Auswahlmöglichkeiten und ihre Ergebnisse sowie Konsequenzen allen Akteuren bekannt sind. Die Schwierigkeit wähnt sie lediglich darin, die richtige bzw. profitabelste Alternative auszuwählen.)<sup>374</sup>

Im Gegensatz zur orthodoxen Innovationstheorie, welche, bei gewinnloser Produktion, alle Unternehmen im Marktgleichgewicht als identisch betrachtet und die interne Organisation als solche ignoriert, bietet der Neo-Schumpeter'sche Ansatz von Nelson und Winter ein detailliertes Modell individueller Unternehmen und damit eine mikroökonomische Grundlage des Schumpeter'schen Wettbewerbs.<sup>375</sup>

Die evolutorische Ökonomik beschreibt und erklärt, im Unterschied zur neoklassischen Wirtschaftstheorie, das tatsächliche, zu beobachtende Verhalten der handelnden Individuen in real bestehenden Unternehmen und definiert den Innovationsprozess als von Unsicherheit geprägten (der Erfolg von Innovationsbemühungen ist unsicher, es ist ex-ante nicht bestimmbar, welche technologische Lösung die beste ist<sup>376</sup>), nichtlinearen und diskontinuierlichen Prozess.<sup>377</sup>

#### **4.2.3.3 Organisatorische Fähigkeiten und Routinen als Entscheidungsgrundlage**

Die evolutorische Theorie stützt sich auf das Konzept der „bounded rationality“ von Herbert Simon, welches Heuristiken und Routinen in den Mittelpunkt des

---

<sup>370</sup> Vgl. Nill, 2001, S.21f.

<sup>371</sup> Vgl. Hölzl, 2005, S. 2.

<sup>372</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982, S. 12 ff.

<sup>373</sup> Vgl. Hölzl, 2005, S. 2.

<sup>374</sup> Vgl. Kay, 1997, S. 9f.

<sup>375</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 13.

<sup>376</sup> Vgl. Kemp et al., 2000, S. 16.

<sup>377</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 65.

Entscheidungsprozesses rückt. Der evolutorische Ansatz betrachtet nicht nur Heuristiken und Routinen, sondern auch die individuellen Fähigkeiten eines Unternehmens als Entscheidungsgrundlage.<sup>378</sup>

Unter einer Fähigkeit versteht die evolutorische Theorie eine bestimmte Reihenfolge koordinierter Verhaltensweisen, welche gewöhnlich effektiv im Hinblick auf das zu erreichende Ziel ist.<sup>379</sup>

Das Verhalten einer Organisation ist das zusammengesetzte Verhalten der einzelnen Organisationsmitglieder. Alle Organisationsmitglieder haben individuelle Fähigkeiten.

Sowohl organisatorische Routinen als auch individuelle Fähigkeiten werden von sich wiederholenden, hierarchischen Verhaltensmustern in der Produktions-, Investitions-, Such- bzw. Innovationstätigkeit umfasst.<sup>380</sup>

Innovationsprobleme werden mit bereits vorhandenen Routinen gelöst, wodurch möglicherweise neue Lösungen (Innovationen) bzw. neue Routinen entstehen. Innovation bedeutet einerseits die Modifizierung und Neukombination von Routinen (eventuell sogar die Implementierung neuer Routinen), andererseits werden Innovationsentscheidungen auf der Grundlage von Routinen getroffen.<sup>381</sup>

Existierende Subroutinen und Informationen werden anders zusammengesetzt und neu kombiniert. Eventuell entsteht eine „innovative Routine“ durch den Einsatz einer neuen Ausstattung und neu entwickelter Fähigkeiten. Trotzdem bleiben die ursprünglichen Subroutinen unverändert.<sup>382</sup>

Zum Zeitpunkt des Projektstarts ist die genaue Art der Innovation noch nicht bekannt und die Konsequenzen einer Innovation (der Veränderung von Routinen) sind nicht exakt vorhersehbar, solange keine wiederholte Erfahrung mit ihr gemacht wurde.

Dadurch ist das Ergebnis von Innovationsaktivitäten nach der evolutorischen Theorie immer mit Unsicherheiten verbunden<sup>383</sup>, die F&E-Aktivitäten selbst

---

<sup>378</sup> Vgl. Hölzl, 2005, S. 5 ff.

<sup>379</sup> Vgl. Beckenbach und Nill, 2005, S. 66.

<sup>380</sup> Vgl. Nelson und Winter, 1982, S. 73.

<sup>381</sup> Vgl. Nelson, 1995, S. 69 ff.

<sup>382</sup> Vgl. Hölzl, 2005, S. 8 ff.

<sup>383</sup> Vgl. Rammel und Bergh, 2003, S. 124.

folgen jedoch einfach strukturierten Routinen und Heuristiken. In einem Unternehmen werden immer wieder ähnliche Methoden und Ansätze verwendet, um Probleme zu lösen und Entscheidungen zu treffen, welche auf frühere Erfahrungen basieren. Die einzelnen Marktteilnehmer unterscheiden sich durch ihre individuellen Routinen und Heuristiken. Organisationen, welche erfolgreichere F&E-Entscheidungen treffen, ziehen geeignetere Heuristiken zur Entscheidungsfindung heran als erfolglose Unternehmen.<sup>384</sup>

### **4.3 Resümee**

In diesem Abschnitt wurden die Theorien, aus welchen die Porter-Hypothese abgeleitet wurde, und welche daher gleichzeitig die angewandten Theorien dieser Arbeit darstellen, ausführlich besprochen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die evolutorische Innovationstheorie wesentliche Eigenschaften des technologischen Wandels bzw. des Innovationsprozesses aufdeckt, welche das neoklassische Wachstumsmodell unberücksichtigt lässt.

Die neoklassische (orthodoxe) Wachstumstheorie hält ausnahmslos an dem Gewinn maximierenden Verhalten von Unternehmen fest und geht auch im Innovationsprozess von einem statischen Gleichgewichtsmodell mit homogenen

Marktakteuren aus, was die Außerachtlassung wichtiger Charakteristika des technologischen Fortschritts bedeutet.

Die evolutorische Wachstumstheorie hingegen stützt sich

- auf den Schumpeter'schen Wettbewerb (der technologische Wandel läuft in einem kontinuierlichen Ungleichgewicht ab, da es im F&E-Prozess erfolgreiche sowie erfolglose Unternehmen gibt; er ist kein statischer Zustand, sondern ein dynamischer, evolutorischer Prozess)
- auf das Konzept der „beschränkten Rationalität“ von Herbert Simon (die Qualität der Such- und Entscheidungsstrategien im Innovationsprozess der einzelnen Organisationen, ist auf die individuellen Routinen,

---

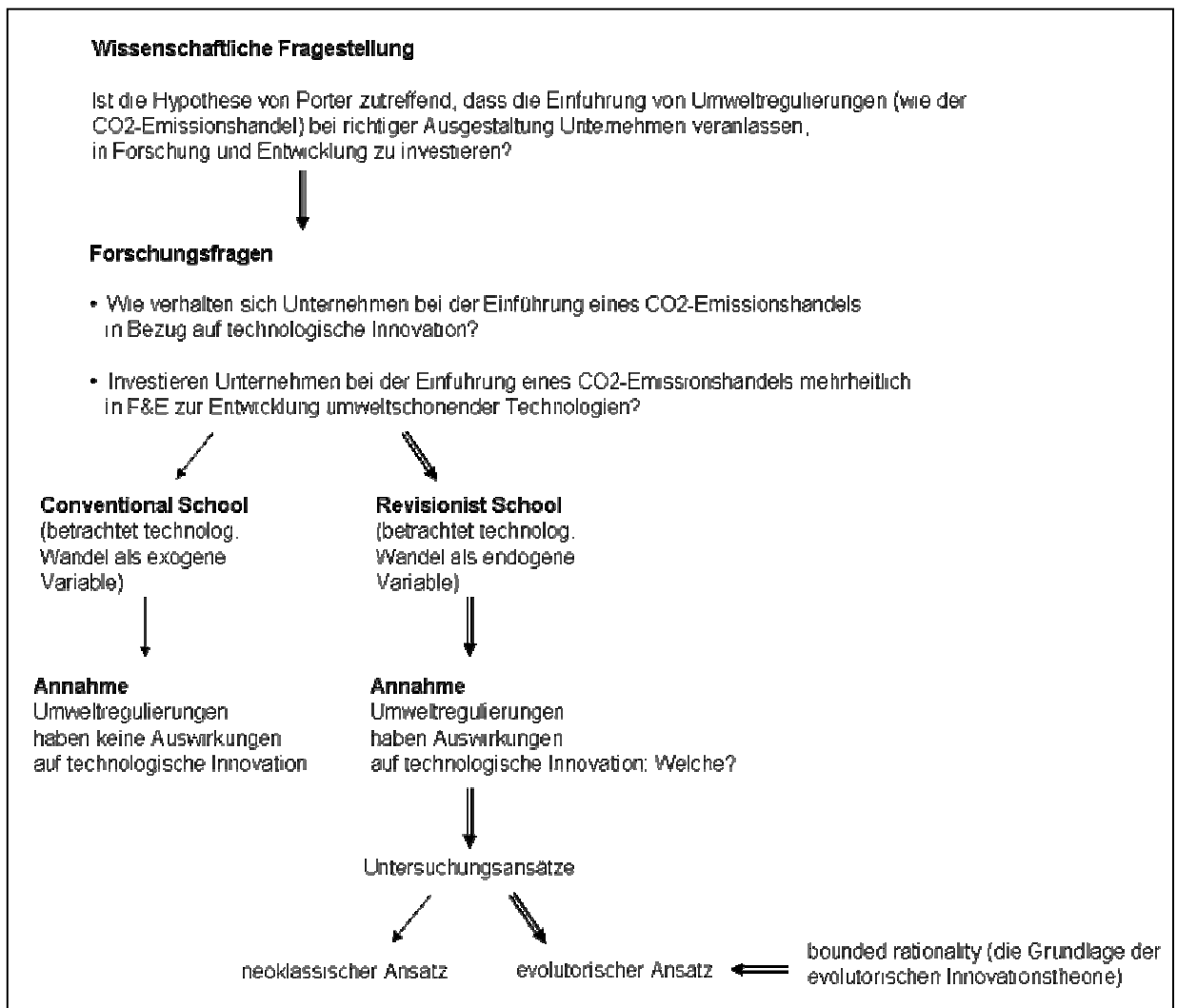
<sup>384</sup> Vgl. Hölzl, 2005, S. 7.

Daumenregeln, Einstellungen und Fähigkeiten der Organisationsmitglieder zurückzuführen. Statt komplizierten Berechnungen werden im Entscheidungsfindungsprozess schnelle und einfache Heuristiken angewandt, welche nicht zu optimalen aber zu zufrieden stellenden Lösungen führen)

Sie berücksichtigt damit folgende Kerncharakteristika des technologischen Wandels:

- Unsicherheit bzw. Offenheit als konstitutives Merkmal: es ist unsicher, ob die Innovationsbemühungen zum Erfolg führen werden. Es ist unsicher, welche Innovationsentscheidung die beste ist (die gewählte Innovationsstrategie ist daher immer nur zufrieden stellend, aber nicht optimal).
- Die Bedeutung unterschiedlicher technologischer Potenziale: der Innovationsaufwand hängt auch von der Verfügbarkeit neuen Wissens und den sich daraus ergebenden Potenzialen ab.

Folgende Grafik stellt abschließend nochmals die Zusammenhänge zwischen den Fragestellungen dieser Arbeit und den darin angewandten Theorien und Ansätzen dar (die Doppelpfeile bilden das Zusammenwirken der relevanten Theorien und Ansätze, und die einfachen Pfeile die möglichen Theorien und Ansätze ab):



**Abbildung 8: Angewandte Theorien**

#### **4.4 Aufgestellte Hypothesen**

Aus der Porter-Hypothese (siehe Kapitel 1) und der evolutorischen Theorie bzw. der Theorie der beschränkten Rationalität (siehe Kapitel 4) auf dessen Grundlage die Porter-Hypothese gründet, lassen sich die Haupthypothese und die Unterhypothesen dieser Arbeit ableiten.

Die Unterhypothesen 1-3 beziehen sich auf das Verhalten von Akteuren unter verschiedenen Rahmenbedingungen um Rückschlüsse auf die „richtige“ Ausgestaltung des Emissionshandels ziehen zu können und darauf, wie stark die eingeschätzte Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition die Entscheidung der Akteure im Zusammenhang mit den verschiedenen Ausgestaltungsformen beeinflusst. (Die Porter-Hypothese ist sehr allgemein formuliert. Sie bezieht sich auf keine konkrete Umweltregulierung und stellt die



Nebenbedingung auf, dass die Hypothese nur dann gültig ist, wenn die Umweltregulierung „richtig“ ausgestaltet ist. Es müssen daher mehrere mögliche Ausgestaltungsformen untersucht werden.)

Die Unterhypothesen 4-7 beziehen sich auf die Entscheidungspräferenzen der Akteure im Entscheidungsfindungsprozess.

Haupthypothese: Die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels veranlasst die Mehrheit der betroffenen Unternehmen, in Forschung und Entwicklung zu investieren.

(Annahme: Dadurch, dass die Unternehmen ihre Investitionsentscheidungen vor der Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels nicht optimal, sondern zufrieden stellend getroffen haben, und keine optimale, sondern eine zufrieden stellende Innovationsstrategie verfolgt haben, überdenken sie durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels ihre Innovationsaktivitäten. Wenn der Emissionshandel *richtig ausgestaltet*<sup>385</sup> ist, kommen die Unternehmen zu dem Ergebnis, dass die Entwicklung einer neuen Umwelttechnologie nicht nur für die Umwelt (ökologisch), sondern auch für ihr Unternehmen (ökonomisch) sinnvoll ist.)

Unterhypothese 1: Das Wissen der Akteure über die Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung eine Rolle.

Unterhypothese 1a: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode sicher wissen, dass die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode **stark** reduziert werden wird, als wenn sie im Voraus nicht sicher wissen, wie viele Zertifikate ihnen in der zweiten Handelsperiode zugeteilt werden.

(Annahme: Eine von vorne herein **strenge** Ausgestaltung der Umweltregulierung führt zu einem höheren Innovationsanreiz, als die Möglichkeit einer **milden** Ausgestaltung der Umweltregulierung. Je strenger die Ausgestaltung, desto höher der Innovationsgrad.<sup>386</sup>)

Unterhypothese 1b: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode nicht sicher wissen, wie stark die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode reduziert werden wird, als wenn sie

---

<sup>385</sup>Die Ausgestaltung der Umweltregulierung spielt eine starke Rolle für den Grad des Innovationsanreizes

<sup>386</sup> Vgl. Kapitel 3 Stand der Forschung - Literaturübersicht.

sicher wissen, dass die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode nur **schwach** reduziert werden wird.

(Annahme: Eine von vorne herein **milde** Ausgestaltung der Umweltregulierung führt zu einem geringeren Innovationsanreiz, als die Möglichkeit einer **strengen** Ausgestaltung der Umweltregulierung. Je strenger die Ausgestaltung, desto höher der Innovationsgrad.<sup>387</sup>)

Unterhypothese 2: Die Höhe der Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je stärker die zugeteilten Zertifikate pro Unternehmen in der zweiten Handelsperiode (angekündigter Weise) reduziert werden, desto eher investieren Unternehmen in F&E.

(Annahme: Bei starker Reduktion der kostenlos zugeteilten Zertifikateanzahl in der zweiten Handelsperiode rechnen die Unternehmen mit höheren Kosten zur Deckung der zusätzlich benötigten Zertifikate und investieren eher in F&E, um diese zu vermeiden.)

Unterhypothese 3: Die F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je höher die Wahrscheinlichkeit ist, dass die F&E-Investitionen zu der erfolgreichen Entwicklung einer Umwelttechnologie führen (d.h. je geringer das Risiko eines Misserfolges ist), desto eher investieren Unternehmen in F&E.

(Annahme: Durch die Einführung des Zertifikatehandels spielt die abgeschätzte Erfolgswahrscheinlichkeit einer F&E-Investition durch den plötzlichen Innovationsdruck zwar eine geringere Rolle, trotzdem nimmt sie immer noch Einfluss auf das Verhalten der Akteure.<sup>388</sup>)

Unterhypothese 4: Unternehmen ziehen eine alleinige F&E-Investition einer F&E-Kooperation vor.

(Annahme: Zwar können die Akteure einer F&E-Kooperation durch die Netzwerkeffekte profitieren, allerdings können die Transaktionskosten und der

---

<sup>387</sup> Vgl. Kapitel 3 Stand der Forschung - Literaturübersicht.

<sup>388</sup> Vgl. Kahneman und Tversky, 1979.

Koordinierungsaufwand bei einer Kooperation sehr hoch sein.<sup>389</sup> Das Risiko eines technologischen Misserfolges sinkt durch die Kooperation, aber das gesamte Risiko für einen Misserfolg steigt durch die Gefahr, dass das Projekt durch Unstimmigkeiten zwischen den Kooperationspartnern scheitern könnte.<sup>390</sup>)

Unterhypothese 5: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure ihre Entscheidungen mehrheitlich an langfristigen Ergebnissen und nachhaltigen Zielen orientieren.

(Annahme: Akteure orientieren Entscheidungen in unsicherer Konstellation (wie etwa F&E-Entscheidungen) eher an kurzfristigen als an langfristigen Ergebnissen.<sup>391</sup> Durch die Einführung einer Umweltregulierung wie des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels werden sie veranlasst, diese Strategie zu überdenken und orientieren sich dadurch eher an langfristigen, nachhaltigen als an kurzfristigen Zielen.)

Unterhypothese 6: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure versuchen, eher die Gewinnchancen zu steigern, als das Verlustrisiko einzuschränken, d.h. sie handeln mehrheitlich risikoauffin.

(Annahme: Bei Entscheidungen unter Unsicherheit (wie F&E-Entscheidungen) versuchen die meisten Akteure eher das Verlustrisiko einzuschränken als die Gewinnchancen zu steigern, d.h. sie verhalten sich normalerweise eher risikoscheu als risikofreudig.<sup>392</sup> Durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels werden sie veranlasst, diese Strategie zu überdenken und gehen durch die Umweltauflage ein höheres Risiko ein als sonst.)

Unterhypothese 7: In Mehrheit der Fälle werden auch nicht-betriebswirtschaftliche Kriterien zur Entscheidungsgrundlage von F&E-Investitionen mit herangezogen.

---

<sup>389</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 36.

<sup>390</sup> Vgl. Vonortas, 1997, S. 577 ff.

<sup>391</sup> Vgl. Thaler et al., 1997.

<sup>392</sup> Vgl. Kahneman und Tversky, 1979.

## 5 Methodische Konzeption

In diesem Abschnitt wird die Methode der Untersuchung festgelegt. In Kapitel 5.1 werden die experimentelle Ökonomie und Laborexperimente (Kapitel 5.1.1), sowie Planspiele (Kapitel 5.1.2) als bestehende Untersuchungsmethoden besprochen, da die gewählte Methode der empirischen Untersuchung in dieser Arbeit Merkmale sowohl von Laborexperimenten als auch von Planspielen aufweist. Die aus der Adaption resultierende eigene Methode wird in Kapitel 5.2 dargestellt.

### 5.1 Allgemeine Darstellung des methodischen Ansatzes

Die Methode der Untersuchung stützt sich auf die experimentelle Ökonomie bzw. Laborexperimente sowie Planspiele. Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt.

#### 5.1.1 Experimentelle Ökonomie und Laborexperimente

Anhand experimenteller Ökonomie können unter ganz bestimmten Voraussetzungen im Labor<sup>393</sup> entweder neue Theorien überprüft, die Ursache für das Scheitern einer Theorie erforscht, oder empirische Regelmäßigkeiten als Basis für eine neue Theorie bestimmt werden.<sup>394</sup>

*Das Laborexperiment ist eine Form des wissenschaftlichen Experiments, das in einer vom Experimentator geschaffenen und nach den Erfordernissen seiner Untersuchungsziele gestalteten künstlichen Umgebung stattfindet, die es ihm gestattet, die experimentellen Variablen nach seinen Bedürfnissen zu kontrollieren oder zu manipulieren.*<sup>395</sup>

Während Feldexperimente einen hohen Grad an Natürlichkeit aufweisen jedoch dem Risiko der mangelnden Kontrollierbarkeit und der Manipulierbarkeit der experimentellen Situation ausgesetzt sind, ist es bei Laborexperimenten genau umgekehrt. Der Experimentator hat zwar die Möglichkeit die Untersuchung so

---

<sup>393</sup> vgl. Strobel M., 2001, S. 12.

<sup>394</sup> Vgl. Smith, 1994, S. 113 f.

<sup>395</sup> URL: <http://medialine.focus.de/PM1D/PM1DB/PM1DBF/pm1dbf.htm?snr=3256>, 2.3.05.

zu konzipieren, dass einzelne Variablen bei verschiedenen Rahmenbedingungen kontrolliert und isoliert betrachtet werden können, die Situation bleibt jedoch auch bei einem gut gestalteten Rahmenprogramm immer künstlich und gestellt.

Die Repräsentativität der durch Laborexperimente gefundenen Ergebnisse kann daher letztlich nur durch zusätzliche empirische Untersuchungen gesichert werden.<sup>396</sup>

Gut konzipierte Laborexperimente zeichnen sich durch die Einbindung von möglichst vielen Realitätsfaktoren aus. Bei der Durchführung des Experiments müssen Bedingungen, die in der Realität vorkommen, in hohem Ausmaß berücksichtigt werden, um ein repräsentatives Forschungsergebnis zu erzielen. Dabei spielt nicht nur die Auswahl der möglichen Alternativen, sondern auch die Gestaltung des Rahmenprogramms, die Einbettung des Experiments in einen realen Rahmen, eine bedeutende Rolle.

Ein Laborexperiment kann entweder in einem „Klassenzimmer“ stattfinden – die Akteure erhalten die Informationen (Hintergrundbeschreibung, Situationsbeschreibung, Rahmenbedingungen, etc.), Rollen und Spielregeln als Handout und legen am Ende des Experiments ihre Entscheidung schriftlich dar – oder mit Hilfe von Computersoftware (RatImage, Toolbook, z-Tree) durchgeführt werden.<sup>397</sup> Die Untersuchung in einem Computerlabor durchzuführen ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn das Experiment hochkomplex ist, da die Entwicklung der richtigen Software enorm zeit- und kostenintensiv ist. (Nach Durchführung der Analyse kann die Software nicht wieder verwendet werden und ist daher wertlos.)<sup>398</sup>

### 5.1.2 Planspiele

Es ist schwer, eine allgemein anwendbare Beschreibung von Planspielen zu formulieren, da diese – vom jeweiligen Zweck abhängig – sehr unterschiedlich konstruiert sein können.

---

<sup>396</sup> Vgl. Gardner und Raj, 1983, S. 142 ff.

<sup>397</sup> Vgl. Smith, 1994, S. 113.

<sup>398</sup> Vgl. Strobel M., 2001, S. 16 ff.

Wie der Name bereits vermittelt, haben Planspiele die Funktion zukünftiges Handeln in alternativen Ablaufvarianten auszuprobieren, um es dadurch genauer durchdenken und planen zu können, bzw., das Entscheidungsverhalten in zukünftigen Situationen im Voraus durchzuspielen (und zu trainieren).

Anhand von Businessszenarien kann mit der Szenariotechnik eine Szenarioanalyse durchgeführt werden. Verschiedene in Frage kommende Szenarien werden entwickelt und dabei überlegt, wie die strategisch „richtige“ Entscheidung auszusehen hat. Es ist eine Art Vorbereitung auf mögliche Businessentwicklungen.<sup>399</sup>

Oft werden Planspiele auch von Unternehmen oder Individuen dazu verwendet in einer simulierten Situation „richtiges“ Verhalten zu üben. Planspiele werden meist wiederholt durchgeführt. Durch die Wiederholung des Spiels können Lerneffekte erzielt, immer weniger strategische Fehler gemacht und bestimmte Fähigkeiten erworben werden. Planspiele sollen die Teilnehmer auf ähnliche Situationen in der Realität vorbereiten und sie mit ihnen vertraut machen.

Unternehmen setzen Planspiele beispielsweise ein, um die Teamfähigkeit, die Kommunikationsfähigkeit, die Kreativität, die Entscheidungsfähigkeit, das unternehmerische, strategische Denken und Handeln sowie die analytischen Fähigkeiten ihrer Mitarbeiter zu fördern.<sup>400</sup>

Ein Planspiel kann je nach Zielsetzung des Spiels interaktiv<sup>401</sup> (mit mehreren Akteuren) oder isoliert (einzeln) stattfinden.

## **5.2 Adaption des gewählten methodischen Ansatzes**

In dieser Arbeit wurde die Grundlage für die empirische Untersuchung von der Autorin eigenständig – in Ablehnung an Laborexperimente und Planspiele – entworfen. Das Design entspricht weder gänzlich den Grundzügen eines Laborexperiments,<sup>402</sup> noch denen eines Planspiels<sup>403</sup> (soweit sich überhaupt

---

<sup>399</sup> URL: <http://www.sinus-online.com/>, 01.09.05.

<sup>400</sup> URL: <http://www.ugs.de/ugsgame.php>, 01.09.05.

<sup>401</sup> Vgl. Holt, 1996, S. 193.

<sup>402</sup> Siehe Kapitel 5.1.1.

<sup>403</sup> Siehe Kapitel 5.1.2.

Grundzüge dieser Formen festlegen lassen). Vielmehr enthält die entworfene Grundlage für das Experiment Merkmale beider Arten.

Insofern könnte die für diese Arbeit entworfene Untersuchung als Laborexperiment mit markanten Merkmalen eines Planspiels bezeichnet werden, da sie zur Untersuchung einer „neuen“ Theorie<sup>404</sup> dient<sup>405</sup>. Das Verhalten der Akteure soll hier unter kontrollierten Bedingungen<sup>406</sup> beobachtet, aber nicht trainiert werden<sup>407</sup>.

Wie erwähnt, kann ein Laborexperiment entweder in einem „Klassenzimmer“ oder mit Hilfe von Computersoftware durchgeführt werden.<sup>408</sup>

Da es sich hier um kein hochkomplexes Experiment handelt, wird es in einem „Klassenzimmer“ durchgeführt. Die meisten Laborexperimente werden mit Studenten durchgeführt, daher stammt die Bezeichnung „Klassenzimmer-Experiment“. Anfangs wurde der Einsatz von Studenten für Laboruntersuchungen kritisiert, da sie ihre Entscheidungen anders als tatsächlich betroffene Marktteilnehmer treffen würden. Die Ergebnisse zahlreicher Laborexperimente haben jedoch bewiesen, dass das Resultat einer Untersuchung kaum von den ausgewählten Untersuchungssubjekten abhängig sei.<sup>409</sup>

Für die Methodik der Untersuchung wurde die experimentelle Ökonomie (Laborexperimente) und keine Interviews oder Fragebögen gewählt, weil es erfahrungsgemäß einen markanten Unterschied gibt zwischen dem, was Leute ‘in Konjunktivform’ sagen, wie sie handeln ‘würden’ und dem tatsächlich real hervorgerufenen, praxisbezogenen Verhalten der Akteure. Durch das Spiel werden sie in eine simulierte Situation versetzt, die sie eher dazu zwingt ‘echte’ Antworten zu geben.

---

<sup>404</sup> Vgl. Smith, 1994, S. 113 f.

<sup>405</sup> Siehe Kapitel 5.1.1 Experimentelle Ökonomie und Laborexperimente.

<sup>406</sup> Vgl. Strobel M., 2001; S. 12.

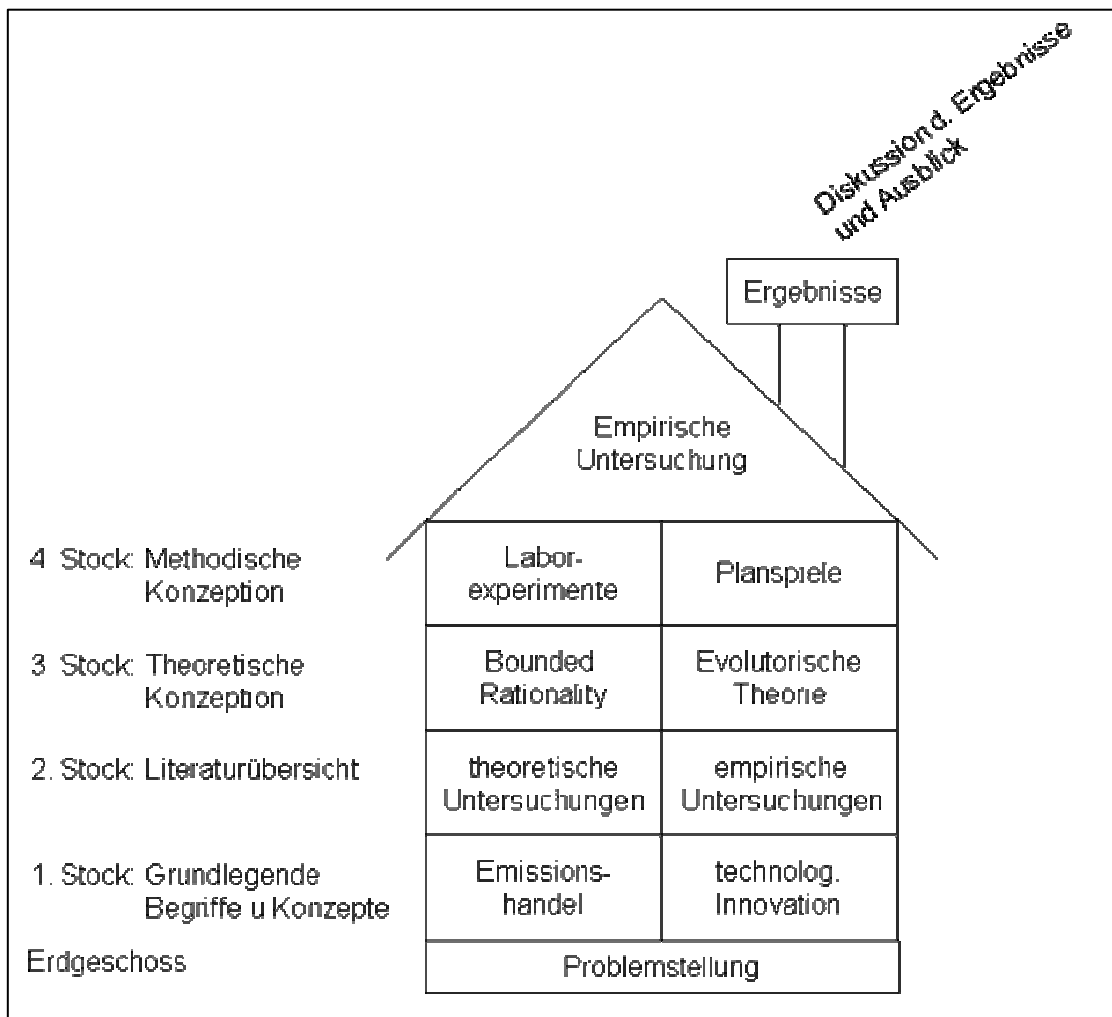
<sup>407</sup> URL: <http://www.ugs.de/ugsgame.php>, [01.09.05].

<sup>408</sup> Vgl. Smith, 1994, S. 113.

<sup>409</sup> Vgl. Godby R.W. et al, 1998.

### 5.3 Resümee

In den ersten fünf Abschnitten dieser Arbeit wurde besprochen und diskutiert, was notwendig ist, um die empirische Untersuchung zu verstehen. Der Aufbau der gesamten Arbeit kann mit dem Aufbau eines Hauses verglichen werden:



**Abbildung 9: Das Dissertationshaus**

Das Dissertationshaus ist bereits bis zum letzten Stockwerk aufgebaut, es kann daher mit dem Erstellen des Dachs, der empirischen Untersuchung begonnen werden.



## 6 Empirische Untersuchung

Folgende in Kapitel 4.4 abgeleitete Hypothesen sollen anhand einer primärstatistischen Untersuchung (anhand eigens für den Untersuchungszweck erhobenen Daten)<sup>410</sup> überprüft werden:

Haupthypothese: Die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels veranlasst die Mehrheit der betroffenen Unternehmen, in Forschung und Entwicklung zu investieren.

Unterhypothese 1: Das Wissen der Akteure über die Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung eine Rolle.

Unterhypothese 1a: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode sicher wissen, dass die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode **stark** reduziert werden wird, als wenn sie im Voraus nicht sicher wissen, wie viele Zertifikate ihnen in der zweiten Handelsperiode zugeteilt werden.

Unterhypothese 1b: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode nicht sicher wissen, wie stark die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode reduziert werden wird, als wenn sie sicher wissen, dass die Anzahl an zugeteilten Zertifikaten in der zweiten Handelsperiode nur **schwach** reduziert werden wird.

Unterhypothese 2: Die Höhe der Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je stärker die zugeteilten Zertifikate pro Unternehmen in der zweiten Handelsperiode (angekündigter Weise) reduziert werden, desto eher investieren Unternehmen in F&E.

Unterhypothese 3: Die F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je höher die Wahrscheinlichkeit ist, dass die F&E-Investitionen zu der erfolgreichen Entwicklung einer Umwelttechnologie führen (d.h. je geringer das Risiko eines Misserfolges ist), desto eher investieren Unternehmen in F&E.

---

<sup>410</sup> Vgl. Bley Müller et al., 2004, S. 2.

Unterhypothese 4: Unternehmen ziehen mehrheitlich eine alleinige F&E-Investition einer F&E-Kooperation vor.

Unterhypothese 5: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure ihre Entscheidungen mehrheitlich an langfristigen Ergebnissen und nachhaltigen Zielen orientieren.

Unterhypothese 6: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure versuchen, eher die Gewinnchancen zu steigern, als das Verlustrisiko einzuschränken, d.h. sie handeln mehrheitlich risikoaffin.

Unterhypothese 7: In Mehrheit der Fälle werden auch nicht-betriebswirtschaftliche Kriterien zur Entscheidungsgrundlage von F&E-Investitionen mit herangezogen.

## **6.1 Design der empirischen Untersuchung**

Im ersten Teil dieses Kapitels wird CESAS (**CO<sub>2</sub>-Emissionshandels-Strategieauswahl-Spiel**) in seinen Grundzügen besprochen, die verschiedenen Szenarien (Rahmenbedingungen) vorgestellt und die Motivation und die Vorüberlegungen für das konkrete Design erklärt.

Im zweiten Teil werden die exogen konstanten, exogen variierten und die endogenen Parameter von CESAS abgebildet sowie die verschiedenen Untersuchungsgruppen besprochen.

### **6.1.1 Vorüberlegungen zum Design**

Beim Entwurf von CESAS wurde davon ausgegangen, dass die Unternehmen, welche CO<sub>2</sub>-Emissionen ausstoßen, bisher vernachlässigbar wenige umweltverträgliche Basisinnovationen durchgeführt haben und als Lösung der Umweltproblematik hauptsächlich den Einsatz von additiven Technologien<sup>411</sup> (nachgeschaltete Recyclingtechnologien) angesehen haben.

Erst durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels werden die betroffenen Unternehmen dazu angehalten, konkret zu überlegen, ob sie die Entwicklung von Umwelttechnologien anstreben, oder nicht.

---

<sup>411</sup> Zu additiven Technologien siehe Kapitel 2.2.3 Umweltorientierte Innovationstypen.

Im CESAS wird bewusst keine Strategie zur Auswahl angeführt, bei welcher das Unternehmen die Produktion verringert, da diese Handlungsweise gegen die primären Ziele von Unternehmen sprechen würde<sup>412</sup>. Unternehmen wollen wachsen und expandieren bzw. zumindest ihre Produktion konstant halten. Solange es andere Möglichkeiten gibt, werden daher Unternehmen ihren Output nicht verringern.

In jedem Szenario werden 2-4 mögliche Preisentwicklungsfälle angegeben. Es wird jedem Fall die gleiche Wahrscheinlichkeit zugeschrieben, damit nicht zu viele verschiedene Annahmen als Rechengrundlage getroffen werden und, damit festgestellt werden kann, wie viele Akteure bei einer sehr guten Informationsbasis Berechnungen durchführen (einen analytischen Ansatz wählen)<sup>413</sup> und, wie viele, trotz der guten Informationen, ihre Entscheidungen ohne Berechnungen treffen (einen intuitiven Ansatz wählen)<sup>414</sup>.

Die Akteure sind, trotz der ausführlichen Informationsaufbereitung, Unsicherheiten ausgesetzt, welche sie in ihr Handeln integrieren müssen.

Die Unsicherheiten bezüglich der externen Umwelt (environmental uncertainty)<sup>415</sup> wie die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investitionen, die Entwicklung des Zertifikatstückpreises, die Zuteilung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate (die zugeweilte Anzahl an Zertifikaten pro Jahr), sind aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit abschätzbar. Es können – bei Anwendung der analytischen Entscheidungsstrategie – Erwartungswerte berechnet werden. (Bei der intuitiven Entscheidungsmethode werden oft sogar Informationen bewusst ignoriert, da sie als nicht oder wenig relevant eingestuft werden. Grundsätzlich risikofreudige und umweltbewusste Unternehmen machen ihre Entscheidung beispielsweise nicht von einzelnen Informationen abhängig, sondern neigen generell dazu, in Forschung und Entwicklung zu investieren).

Die Unsicherheiten bezüglich des Verhaltens der anderen Akteure (strategic uncertainty)<sup>416</sup>, wie die Unsicherheit darüber, ob andere Unternehmen in die

---

<sup>412</sup> Vgl. Carraro, 2000, S. 273

<sup>413</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 28 f.

<sup>414</sup> Vgl. Selten, 2002, S. 28 f.

<sup>415</sup> Vgl. Lombardini, 1992, S. 12ff.

<sup>416</sup> Vgl. Lombardini, 1992, S. 12ff.

Entwicklung von umweltfreundlichen Basistechnologien investieren, lassen sich nicht anhand von Erfolgswahrscheinlichkeiten abschätzen.

### **6.1.2 Grundzüge der Untersuchung**

CESAS besteht aus 7 verschiedenen Szenarien mit variierenden Rahmenbedingungen. Durch die verschiedenen Szenarien soll festgestellt werden, ob die Rahmenbedingungen einen Einfluss auf die F&E-Entscheidungen der Akteure nehmen. Wenn ja, wie diese ausgestaltet sein sollten, um einen möglichst hohen Innovationsgrad durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels zu erreichen.

Die EU-Emissionshandelsrichtlinie<sup>417</sup> gibt einen Rahmen vor, lässt den Mitgliedsstaaten aber einen Auslegungsspielraum. Nachdem die Ausgestaltung für die erste Handelsperiode für die meisten EU-Länder bereits feststeht, konzentrieren sich die Szenarien dieser Untersuchung auf die noch offenen Gestaltungsmöglichkeiten der zweiten Handelsperiode (2008-2012). Die Höhe der Zertifikatezuteilung ab 2008 steht beispielsweise noch nicht fest. Daher wird zum Beispiel die Zertifikatezuteilung der zweiten Handelsperiode in den Szenarien variiert.

CESAS wird also unter verschiedenen Voraussetzungen (bei veränderten Rahmenbedingungen) iterativ durchgeführt.

In den ersten 6 Szenarien von CESAS findet keine Interaktion statt. In Szenario 7 findet Interaktion statt, da die Möglichkeit der Bildung einer F&E-Kooperation<sup>418</sup> besteht.

---

<sup>417</sup>URL: <http://umwelt.lebensministerium.at/article/archive/7074/>, 14.10.2005.

<sup>418</sup>Zur Erörterung der Vor- und Nachteile von F&E-Kooperationen siehe Kapitel 2.2.5.

Die Akteure repräsentieren leitende Geschäftsführer von am Emissionshandel beteiligten Unternehmen. Jeder Akteur hat die gleiche Ausgangssituation.

Alle Akteure erhalten zu Beginn des Experiments folgende Anleitung:

**ANLEITUNG****Akteur-Nr.:**

**[HINTERGRUND].** Der Emissionsrechtehandel ist nach Artikel 17 des Kyoto-Protokolls eines der drei flexiblen Mechanismen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Allokationsplan wird pro Handelsperiode bestimmt, welches Unternehmen wie viele Emissionslizenzen jährlich kostenlos erhält. Unternehmen, welche weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen ausstoßen, als ihnen in Form von Zertifikaten zugeteilt wurden, können Zertifikate verkaufen. Unternehmen, welche mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen ausstoßen, als ihnen in Form von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten zugeteilt wurden, müssen Zertifikate zukaufen.

Der Zertifikatepreis entsteht durch Angebot und Nachfrage. Der Allokationsplan (kostenlose Zuteilung der Zertifikate) für die erste Handelsperiode (2005-2007) steht bereits fest.

**[IHRE ROLLE].** Sie sind seit kurzem der leitende Geschäftsführer (COO – Chief Operating Officer) eines mittelgroßen Industrieunternehmens (z.B. Papier- oder Holzindustrie). Das Betriebsergebnis p.a. betrug bisher durchschnittlich etwa 800.000 Euro. Erfahrungsgemäß behalten Sie 5 Jahre diesen Posten. Ende 2009 entscheidet sich (unter Berücksichtigung Ihrer Performance in den letzten 5 Jahren), ob Sie zum CEO (Chief Executive Officer) befördert werden oder das Unternehmen verlassen. Falls Sie CEO werden, entscheidet sich Ende 2012, ob Ihr Vertrag als CEO verlängert wird.

Ihrem Unternehmen wurden für die erste Handelsperiode (2005-2007) pro Jahr 50.000 Zertifikate (das entspricht 50.000 t CO<sub>2</sub>) kostenlos zugeteilt. Aufgrund Ihrer technischen Produktionsstruktur benötigen Sie 50.500 t CO<sub>2</sub> pro Jahr.

Ausgehend von dieser Situation müssen Sie sich für eine Strategie im Umgang mit Emissionen entscheiden:

- Strategie 1: Sie investieren 2005, 2006 und 2007 in F&E für die Entwicklung einer schadstoffreduzierenden Anlage (mit dem Ziel in der 2. Handelsperiode bedeutend weniger CO<sub>2</sub>-Zertifikate zu benötigen und einen Anteil der kostenlos zugeteilten Zertifikate verkaufen zu können)
- Strategie 2: Sie warten ab (mit dem Ziel in einigen Jahren die entwickelte Technologie eines anderen Unternehmens abkaufen zu können)
- Strategie 3: Sie kaufen jedes Jahr die zusätzlich benötigten Zertifikate zum aktuellen, marktbestimmten Zertifikatepreis zu

Es werden Ihnen verschiedene Szenarien vorgelegt. Bitte entscheiden Sie sich jeweils für eine der vorgegebenen Strategien und begründen Sie Ihre Auswahl **ausführlich**.

Abschließend noch folgende Anmerkungen:

- Das Jahresergebnis / kumulierte Ergebnis der einzelnen Strategien stellt nicht das Betriebsergebnis, sondern einen Ergebnisbeitrag dar (dieser wird zum restlichen Ergebnis dazugerechnet und kann das Betriebsergebnis erhöhen oder verringern)
- Die Zahlen / Businesspläne sind eine Projektion aus heutiger Sicht – d.h. es kann sich so entwickeln (sehr wahrscheinlich), muss aber nicht

Die Bearbeitung aller Aufgaben ist mit einer Gesamtzeit von etwa 1,5 Stunden veranschlagt (ca. 5 min für das Lesen der Anleitung + Besprechung, ca. 20 min für das 1. Szenario, ca. 60 min für 2.-7. Szenario, ca. 5 min für das Ausfüllen des Fragebogens).

### Abbildung 10: Anleitung für CESAS<sup>419</sup>

Den Probanden wurde die Rolle des leitenden Geschäftsführers (COO) zugeschrieben, um die Entscheidungssituation realitätsnaher zu gestalten. Der Chief Operating Officer hat – nach Aufbereitung und Darstellung der möglichen Strategien durch die Controllingabteilung – letztlich die Entscheidung über eine geeignete Emissionshandelsstrategie zu treffen. Allerdings folgen aus seinem Verhalten nicht nur Konsequenzen für das Unternehmen und die Umwelt, sondern auch für seine persönliche Karriere (wie aus seinem Verhalten in allen anderen Bereichen auch). Da Entscheidungsträger in der Realität grundsätzlich mit solchen Interessenskonflikten umzugehen haben (soll lieber langfristig im Sinne des Unternehmens gehandelt oder besser kurzfristig im Sinne der eigenen Karriereentwicklung<sup>420</sup> agiert werden, oder gäbe es eine Lösung, welche alle Interessen abdecken kann), sollte dieser wichtige Aspekt in CESAS ebenso einbezogen werden.

Anschließend werden die Informationsblätter, welche jeweils am Beginn der Szenarien ausgehändigt werden, abgebildet.

Die vollständigen Szenarien mit der Abbildung der Entwicklung der Zahlen in der ersten und zweiten Handelsperiode bei Auswahl von Strategie 1 („Sofort in F&E investieren“), Strategie 2 („Abwarten und später Technologie kaufen –

<sup>419</sup>Diese Anleitung wurde für die Durchführung von CESAS mit Akteuren eines internationalen Unternehmens aus der Papierindustrie verwendet, daher: „Sie sind seit kurzem der leitende Geschäftsführer eines mittelgroßen Industrieunternehmens (z.B. **Papier-** oder Holzindustrie).“ Die Branche wurde in der Anleitung jeweils an das gerade zu untersuchende Unternehmen angepasst.

<sup>420</sup>Der nächste wichtige Karriereschritt entscheidet sich in 5 Jahren. Die Ergebnisse in den folgenden Jahren sind ein gravierendes Entscheidungskriterium. Die Auswahl der Emissionshandelsstrategie macht einen Teil dieser Ergebnisse aus.

wenn möglich“) und Strategie 3 („Jährlich Zertifikate zukaufen“)<sup>421</sup>, sind im Anhang einzusehen.

Ad Informationsblätter:

- CESAS geht dem EU-Emissionshandelssystem bzw. dem Kyoto-Emissionshandelssystem folgend von einem Cap-and-Trade-System<sup>422</sup> aus: Die festgesetzte Emissionsobergrenze (Cap) sinkt jede Handelsperiode.
- In der 2. Handelsperiode (2008-2012) werden in allen Szenarien zwei bis vier mögliche Zertifikatepreisentwicklungen angenommen (Unterteilung in verschiedene Fälle):

Der Zertifikatepreis ergibt sich aus Angebot und Nachfrage. Seine Entwicklung ist nicht vorhersehbar. (Die Zertifikatepreisentwicklung in der zweiten Handelsperiode hängt einerseits von der Reduktion der kostenlosen Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode ab und andererseits vom Verhalten der Marktteilnehmer. Wenn die Anzahl der zugeteilten Zertifikate pro Unternehmen in der zweiten Handelsperiode reduziert wird, steigt der zusätzliche Zertifikatebedarf pro Unternehmen und somit der Zertifikatepreis kurzfristig an. Langfristig könnte der Preis aber wieder sinken, wenn zahlreiche Unternehmen – veranlasst durch den hohen Zertifikatepreis – in F&E zur Entwicklung umweltfreundlicher Technologien investieren und zu erfolgreichen Technologielösungen zur Senkung des Emissionsausstoßes gelangen.)

- Es werden in den Szenarien folgende Rahmenbedingungen variiert:
  - die Anzahl der zugeteilten Zertifikate (Anfangsallokation) in der zweiten Handelsperiode
  - Die Gewissheit/Ungewissheit über die Höhe der Anfangsallokation (kostenlos zugeteilte Zertifikatenumenge) in der zweiten Handelsperiode<sup>423</sup>
  - die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition

---

<sup>421</sup>In Szenario 7 besteht die Auswahl einer 4. Strategie (Strategie 1K – „Kooperation von zwei oder mehr Partnern zur sofortigen Investition“).

<sup>422</sup>Vgl. Kletzan D., 2002, S.31.

<sup>423</sup>Die kostenlose Zertifikatezuteilung für die zweite Handelsperiode wird von der zuständigen Behörde berechnet und frühestens Ende 2006 und **spätestens** im März 2007 im nächsten Allokationsplan veröffentlicht werden.



# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 1

## RANDBEDINGUNGEN

- Alle in F&E getätigten Investitionen sind mit **<60%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich im Jahr 3 nach Tätigkeit aus

- Für die **ab 2008** eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Stückpreis> werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. (Zertifikatezuteilung ist fix!)

Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/3)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 2

## RANDBEDINGUNGEN

- Alle in F&E getätigten Investitionen sind mit <40%-iger> Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich im Jahr 3 nach Tätigkeit aus

- Für die **ab 2008** eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Stückpreis> werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. (Zertifikatezuteilung ist fix!)

Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/3)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fall I	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
Fall II	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
Fall III	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 3

## RANDBEDINGUNGEN

- Alle in F&E getätigten Investitionen sind mit **<60%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich im Jahr 3 nach Tätigkeit aus
- Für die **ab 2008** eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Stückpreis> werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. (Zertifikatezuteilung ist fix!) Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/3)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 4

## RANDBEDINGUNGEN

- Alle in F&E getätigten Investitionen sind mit <40%-iger> Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich im Jahr 3 nach Tätigkeit aus

- Für die **ab 2008** eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Stückpreis> werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. (Zertifikatezuteilung ist fix!)

Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/3)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fall I	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
Fall II	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
Fall III	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 5

## RANDBEDINGUNGEN

- Alle in F&E getätigten Investitionen sind mit **<60%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich im Jahr 3 nach Tätigkeit aus

- Für die **ab 2008** eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Zuteilung> und <Zertifikate-Stückpreis> werden 4 Szenarien in Aussicht gestellt  
Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/4)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Fall IV</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 6

## RANDBEDINGUNGEN

- Alle in F&E getätigten Investitionen sind mit **<40%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich im Jahr 3 nach Tätigkeit aus

- Für die **ab 2008** eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Zuteilung> und <Zertifikate-Stückpreis> werden 4 Szenarien in Aussicht gestellt  
Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/4)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Fall IV</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 7

## RANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind in Höhe und Erfolgswahrscheinlichkeit davon abhängig, ob eine F&E-Kooperation gewählt wird oder nicht.

	<u>Investitionssumme pro Akteur</u>			<u>Erfolgswahrscheinlichkeit</u>
	2005	2006	2007	
- "Keine Kooperation"	350.000	350.000	300.000	60%
- "Kooperation von zwei oder mehr Akteuren"	200.000	200.000	200.000	50%

- Für die **ab 2008** eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Zuteilung> und <Zertifikate-Stückpreis> werden 2 Szenarien in Aussicht gestellt.  
Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/2)

## GRUNDSZENARIO für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			<u>Erste Handelsperiode</u>			<u>Zweite Handelsperiode</u>				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25

## AUSWAHL

- "Keine Kooperation"

- "Kooperation von zwei oder mehr Akteuren"

Strategie 1

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

Nach Durchführung von CESAS wird ein kurzer Fragebogen ausgehändigt, um die Ergebnisauswertung hinsichtlich der Entscheidungsgrundlage und der Entscheidungsmotive zu erleichtern:

<b>Fragebogen</b>	<b>Akteur-Nr:</b>
<p>I. Welcher Zeitraum/Zeitpunkt der Ergebnisbetrachtung war für Sie besonders relevant?</p> <p>1. von <input style="width: 50px;" type="text"/> bis <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>2. nur <input style="width: 50px;" type="text"/></p>	
<p>II. Welche Motivation stand eher hinter Ihren Entscheidungen?</p> <p>1. die Steigerung der Gewinnchancen (trotz Risiko)? <input style="width: 30px;" type="checkbox"/></p> <p>2. die Begrenzung des Verlustrisikos? <input style="width: 30px;" type="checkbox"/></p>	
<p>III. Spielten auch nichtbetriebswirtschaftliche Aspekte (persönliche Karriere, Umweltgedanke, generelle Neigung zu F&amp;E, unternehmerisches Bauchgefühl, etc.) eine Rolle bei Ihren Entscheidungen?</p> <p>1. eher nicht <input style="width: 30px;" type="checkbox"/></p> <p>2. ja, durchaus <input style="width: 30px;" type="checkbox"/></p> <p>welche? _____</p>	

**Abbildung 11: Fragebogen**

### 6.1.3 Parameter

Die Parameter der Untersuchung lassen sich wie folgt einteilen:

1. exogen konstante Parameter

Die exogen konstanten Parameter sind für die Untersuchung festgesetzte Werte, die in allen Szenarien unverändert bleiben.

Hierzu zählen:

- a. Zertifikatebedarf

Der Zertifikatebedarf ist die benötigte Anzahl an CO<sub>2</sub>-Zertifikaten eines Unternehmens. Diese ergibt sich aus der Menge an



ausgestoßenem CO<sub>2</sub> (1 Zertifikat entspricht 1 ausgestoßenen Tonne CO<sub>2</sub>)<sup>424</sup>.

Ein mittelgroßes, am Emissionshandel teilnehmendes Unternehmen (z.B. Papierindustrie) mit etwa 800.000 Euro Umsatz pro Jahr benötigt durchschnittlich 50.000 Zertifikate pro Jahr.<sup>425</sup>

b. F&E-Investition

Die Höhe der F&E-Investitionen beträgt durchschnittlich etwa 0,8% des Jahresumsatzes. Die Höhe der F&E-Investitionen für umweltschonende Technologien beträgt durchschnittlich etwa die Hälfte davon (0,3-0,4% des Umsatzes).<sup>426</sup> Bei der vorliegenden Untersuchung wird von einem mittelgroßen Unternehmen mit ca. 100 Mio Euro Jahresumsatz ausgegangen. Daraus ergibt sich ein jährliches Budget von 300.000 bis 400.000 Euro für F&E-Investitionen zur Entwicklung umweltgerechter Technologien, welches in den angenommenen Szenarien (in den Jahren 2005, 2006 und 2007) zur Gänze ausgeschöpft wird.

c. Zusatzgewinn durch Technologieverkauf

Der Zusatzgewinn pro verkaufte Technologie ist relativ niedrig im Verhältnis zu den gesamten F&E-Investitionen. Es wird davon ausgegangen, dass in der 2. Handelsperiode die Technologie ein bis dreimal verkauft wird. Das Unternehmen, welches eine erfolgreiche Technologie entwickelt hat, wird diese – wenn überhaupt – nur an vereinzelte Marktteilnehmer verkaufen, um den „First-Mover-Advantage“ genießen zu können.

d. Kosten für Technologiezukauf

Alternativ zu eigenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten hat jedes Unternehmen die Option abzuwarten, ob ein anderes Unternehmen der Branche eine passende Technologie entwickelt

---

<sup>424</sup> Vgl. nationaler Zuteilungsplan gemäß § 11 EZG.

<sup>425</sup> Vgl. nationaler Zuteilungsplan gemäß § 11 EZG.

<sup>426</sup> Vgl. Jahresberichte.

und später bereit ist, diese an ausgewählte Unternehmen weiterzuverkaufen.

Es wird angenommen, dass die Kosten für den Kauf einer passenden Technologie unter den Kosten der Eigenerstellung liegen. Die Eigenerstellung (gesamten F&E-Investitionskosten) würde etwa 1 Mio Euro betragen. Die Kosten für den Technologiezukauf liegen daher bei ungefähr 700.000 Euro.

e. Wahrscheinlichkeit für möglichen Technologiezukauf

Die Wahrscheinlichkeit, eine passende Technologie von einem anderen Marktteilnehmer kaufen zu können, wird aus den unter c) genannten Gründen als eher gering eingeschätzt. Sie wird in allen Szenarien mit ca. 30% festgelegt.

2. exogen variierte Parameter

Die exogen variierten Parameter sind innerhalb der Untersuchung variierte Werte (für einzelne Szenarien festgesetzte Werte) oder innerhalb der Szenarien variierte Werte (für einzelne Fälle in Szenarien bestimmte Werte).

Hierzu zählen:

a. Zertifikatezuteilung (Allokation)

Die Zuteilung der Zertifikate findet in der ersten Handelsperiode (2005-2007) zu 100% kostenlos statt und in der zweiten Handelsperiode mindestens zu 90%, voraussichtlich aber ebenfalls zu 100% kostenlos statt. Die zugeteilte Zertifikatmenge liegt in der ersten Handelsperiode gering unter dem Zertifikatebedarf und in der zweiten Handelsperiode bedeutend unter dem Zertifikatebedarf.<sup>427</sup> (In CESAS werden in der 1. Handelsperiode 500 Zertifikate weniger zugeteilt als das Unternehmen benötigt und in der 2. Handelsperiode 10500 Zertifikate weniger zugeteilt als benötigt.) Nach dem Cap-and-Trade-System würde die Allokation weiterhin in jeder Periode um etwa 10000 Stück gesenkt werden.

---

<sup>427</sup> <http://www.eu-emissionshandel.at>, 25.04.04.

- b. Zertifikatepreis (wird innerhalb der Szenarien variiert, es werden in der zweiten Handelsperiode verschiedene Preisentwicklungsmöglichkeiten angenommen)

Der Zertifikatepreis ergibt sich aus Angebot und Nachfrage. Wird die Allokation (Zertifikatezuteilung) reduziert, steigt die Nachfrage, somit auch der Preis, kurzfristig an. Erst wenn viele Unternehmen durch die Entwicklung und Implementierung von neuen Umwelttechnologien ihren Zertifikatebedarf reduzieren können, sinkt der Zertifikatepreis wieder.

- c. Wahrscheinlichkeit für den Erfolg der F&E-Investition

Die einzuschätzende Erfolgswahrscheinlichkeit von F&E-Investitionen hängt von vielen Faktoren ab (beispielsweise der Kompetenz und des Know-hows des eingesetzten Forschungsteams, den technologischen Voraussetzungen des Unternehmens bzw. der verfügbaren Expertise, den Zugangsmöglichkeiten zu unternehmensexternem Wissen<sup>428</sup>, der Erfahrung mit ähnlichen Forschungsprojekten, etc.). Sie kann daher nur von dem investierenden Unternehmen selbst unter Betrachtung aller Faktoren realistisch eingeschätzt werden.

Bei einer F&E-Kooperation kommen zusätzliche Risikofaktoren hinzu, die bei der Einschätzung der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit unbedingt bedacht werden müssen. Bei einer F&E-Kooperation besteht beispielsweise immer die Möglichkeit des Scheiterns der Kooperation durch Differenzen<sup>429</sup> der beteiligten Kooperationspartner.<sup>430</sup>

In CESAS wird in bestimmten Szenarien bewusst von einer relativ niedrigen Erfolgswahrscheinlichkeit (40%) und in anderen ausgewählten Szenarien von einer relativ hohen Erfolgswahrscheinlichkeit (60%)<sup>431</sup> ausgegangen, um erheben zu können, wie ausschlaggebend dieses Kriterium für die Akteure in

---

<sup>428</sup> Vgl. Dosi, 1988, S. 1136.

<sup>429</sup> Vgl. Rahmeyer, 2001, S. 36.

<sup>430</sup> Siehe dazu auch Kapitel 2.2.5.

<sup>431</sup> Vgl. Albrecht J., 1999, S. 8.

verschiedenen Szenarien (bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen) ist.

### 3. endogene Parameter

Die endogenen Parameter sind Werte, die sich aus den exogenen (feststehenden) Parametern berechnen lassen.

Hierzu zählen:

#### a. Zusätzlich benötigte Zertifikate

Die Anzahl der zusätzlich benötigten Zertifikate ergibt sich aus dem Zertifikatebedarf abzüglich der Zertifikatezuteilung (Allokation). Wenn der berechnete Wert negativ ist, bedeutet dies, dass der Zertifikatebedarf geringer ist als die Zertifikatezuteilung, d.h. die nicht benötigten Zertifikate können verkauft werden.

#### b. Kosten für zusätzlich benötigte Zertifikate bzw. Erlöse für nicht benötigte Zertifikate

Der Zertifikatestückpreis multipliziert mit der Anzahl der zusätzlich benötigten Zertifikate ergibt die Kosten für die zusätzlich benötigten Zertifikate. Der Zertifikatestückpreis multipliziert mit der Anzahl der überschüssigen Zertifikate ergibt die Erlöse durch nicht benötigte Zertifikate.

#### c. Jahresergebnis

Das Jahresergebnis ergibt sich aus den F&E-Investitionskosten, den Kosten für zugekaufte Zertifikate / den Erlösen für verkaufte Zertifikate und den Kosten für Technologiezukauf / dem Zusatzgewinn durch Technologieverkauf. Das berechnete Jahresergebnis stellt einen Ergebnisbeitrag zum gesamten Betriebsergebnis des Unternehmens dar.

#### d. Kumuliertes Ergebnis

Das kumulierte Ergebnis ist das jeweilige Jahresergebnis zuzüglich der vorhergehenden Jahresergebnisse. Das berechnete kumulierte Ergebnis stellt einen Ergebnisbeitrag zum gesamten Betriebsergebnis des Unternehmens dar.

Anschließend werden die variierten Parameter Zertifikatezuteilung, Zertifikatestückpreis und die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche F&E-Investition visualisiert.

### 1. Zertifikatezuteilung

#### Zertifikatezuteilung

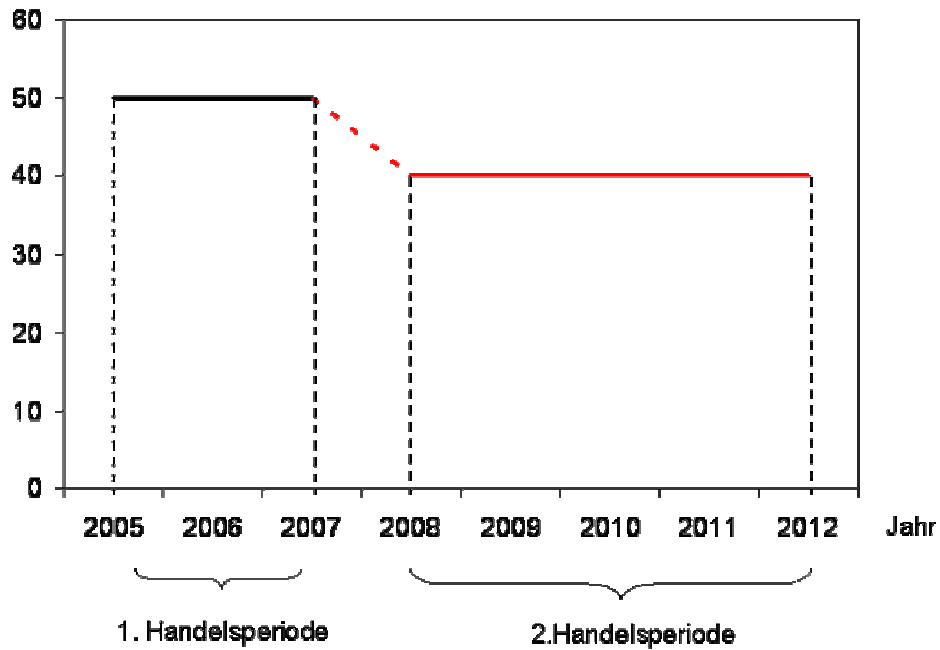


Abbildung 12: Zertifikatezuteilung in Szenario 1 und 2 (40.000 in 2. HP)

#### Zertifikatezuteilung

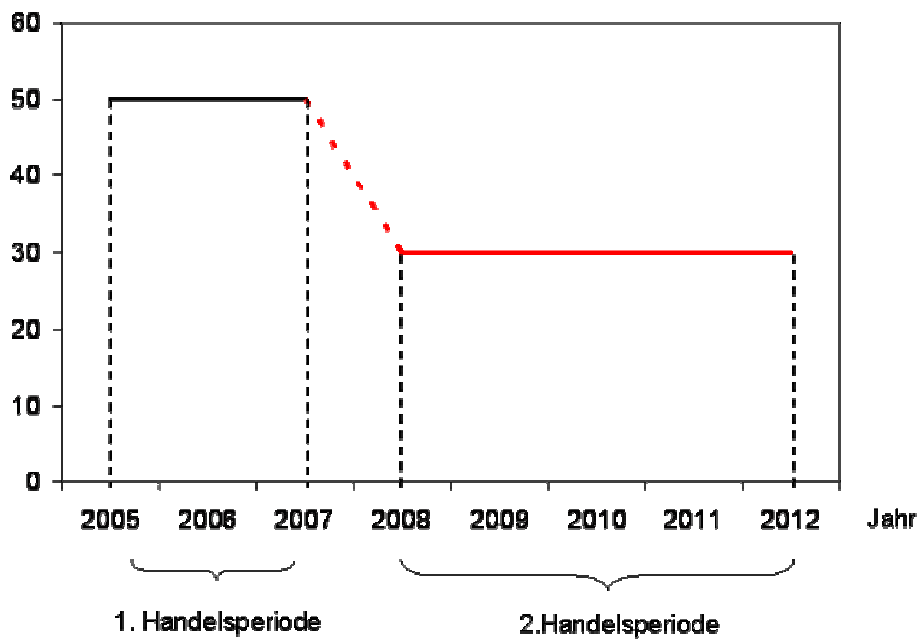
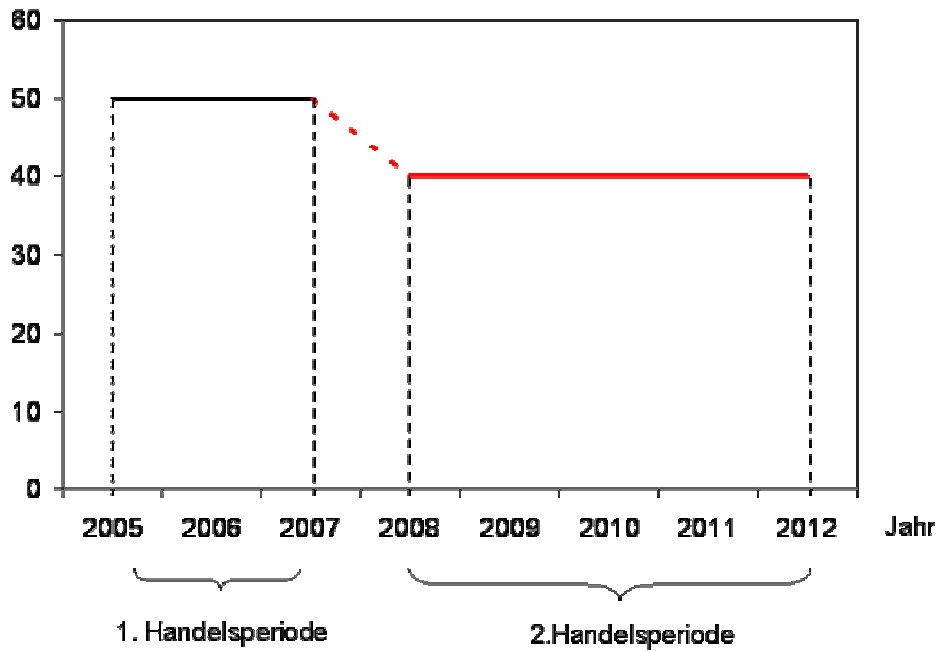


Abbildung 13: Zertifikatezuteilung in Szenario 3 und 4 (30.000 in 2. HP)

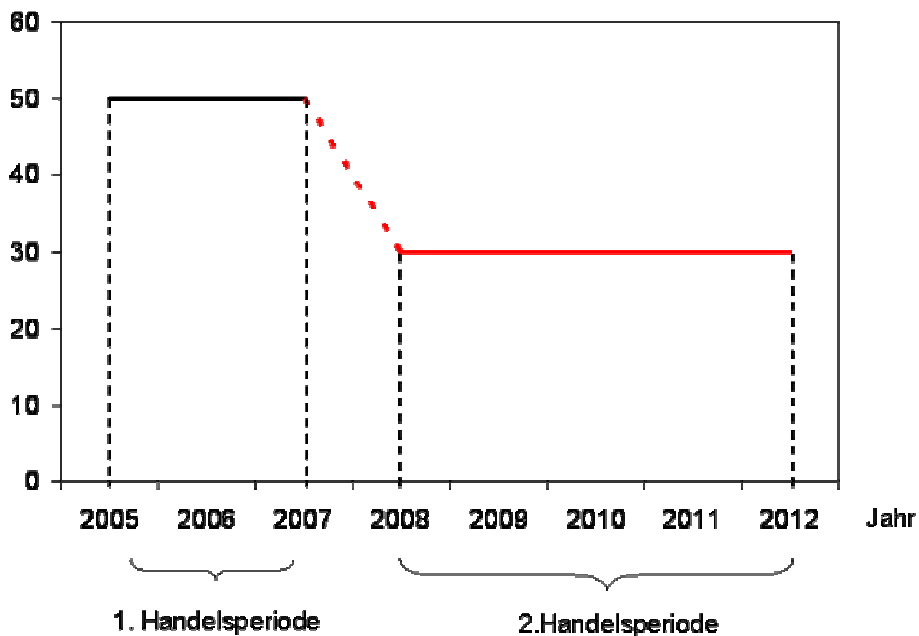
Die Zertifikatezuteilung pro Jahr in der 2. Handelsperiode beträgt in Szenario 5 und 6 entweder 40.000 (Fall I und Fall II) oder 30.000 (Fall III und Fall IV).

**Zertifikatezuteilung**



**Abbildung 14: Zertifikatezuteilung in Szenario 5 und 6, Fall I und Fall II (40.000 in 2. HP)**

**Zertifikatezuteilung**



**Abbildung 15: Zertifikatezuteilung in Szenario 5 und 6, Fall III und Fall IV (30.000 in 2. HP)**

Zertifikatezuteilung

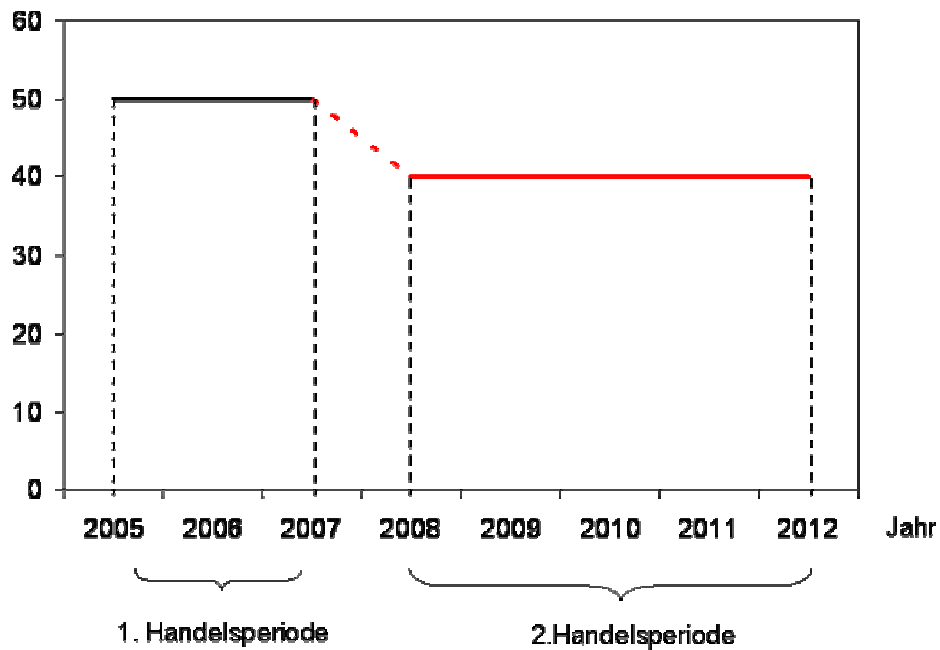


Abbildung 16: Zertifikatezuteilung in Szenario 7 (40.000 in 2.HP)

## 2. Zertifikatestückpreis

Der Zertifikatestückpreis in der 2. Handelsperiode in Szenario 1 und 2 kann 15 Euro, 20 Euro oder 25 Euro betragen.

Zertifikatestückpreis

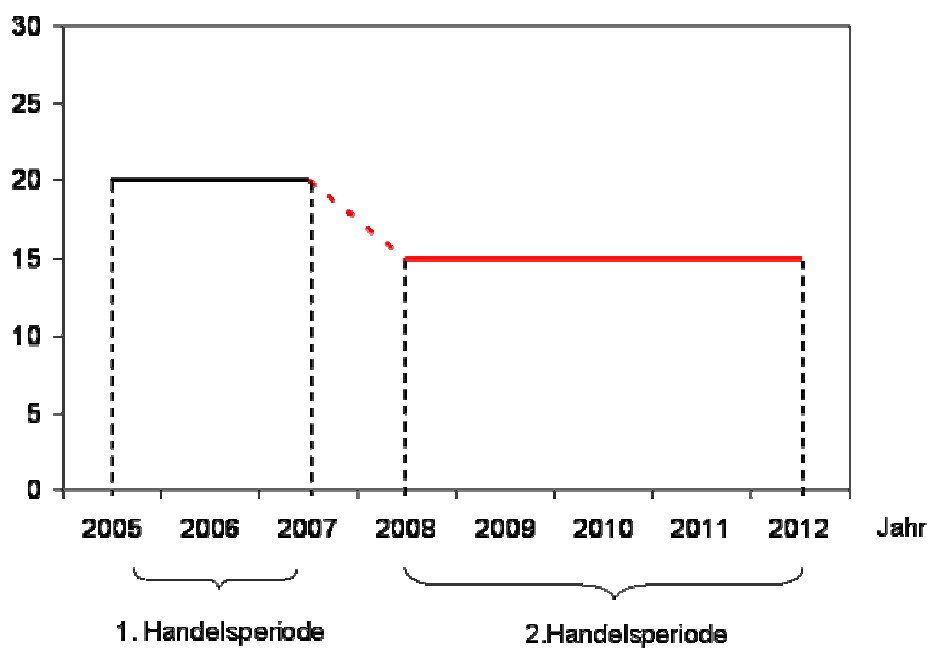


Abbildung 17: Zertifikatestückpreis in Szenario 1 und 2, Fall I (15 in 2.HP)

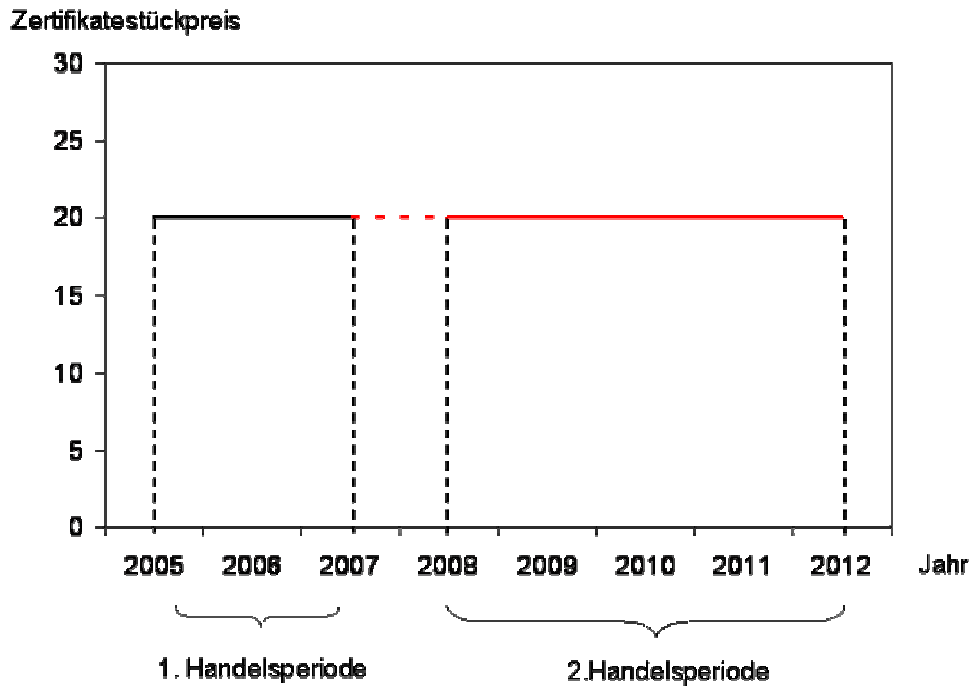


Abbildung 18: Zertifikatestückpreis in Szenario 1 und 2, Fall II (20 in 2. HP)

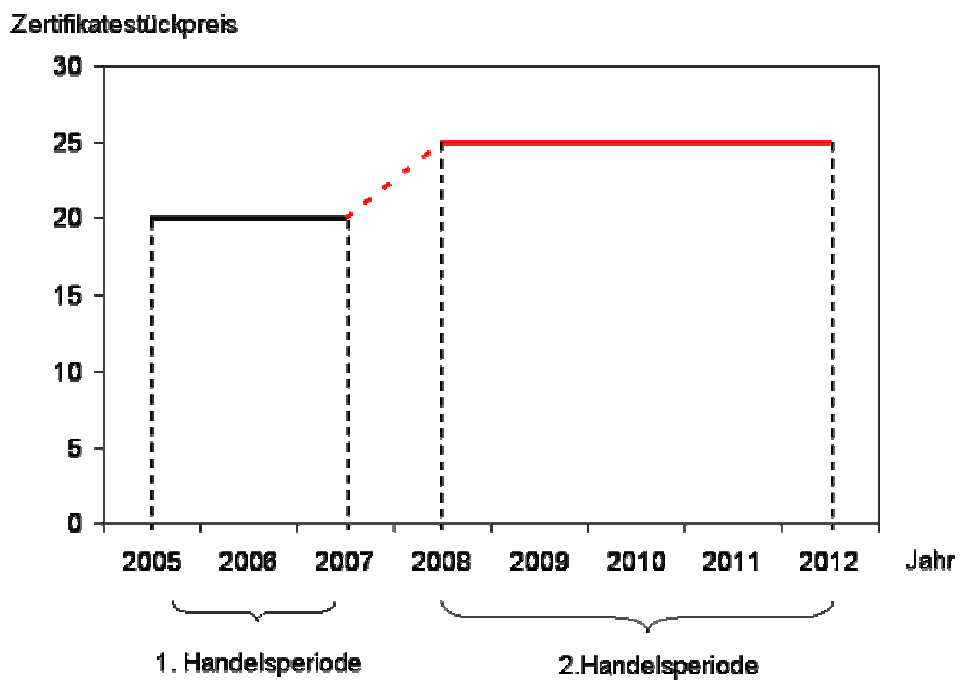


Abbildung 19: Zertifikatestückpreis in Szenario 1 und 2, Fall III (25 in 2. HP)

Der Zertifikatestückpreis in Szenario 3 und 4 in der 2. Handelsperiode kann 18 Euro, 20 Euro oder 28 Euro betragen.



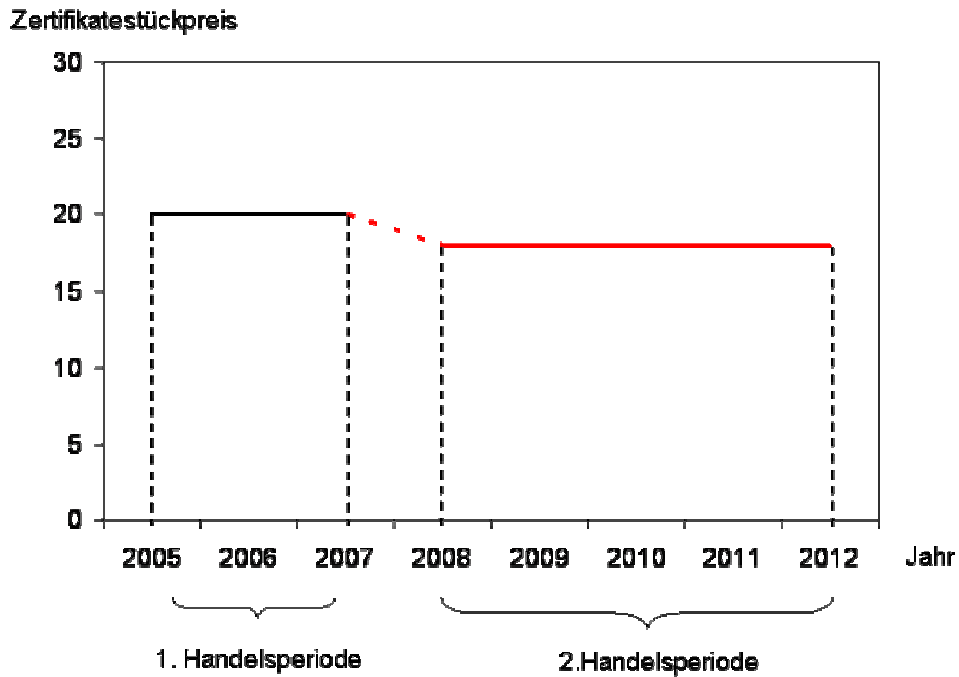


Abbildung 20: Zertifikatestückpreis in Szenario 3 und 4, Fall I (18 Euro in 2. HP)

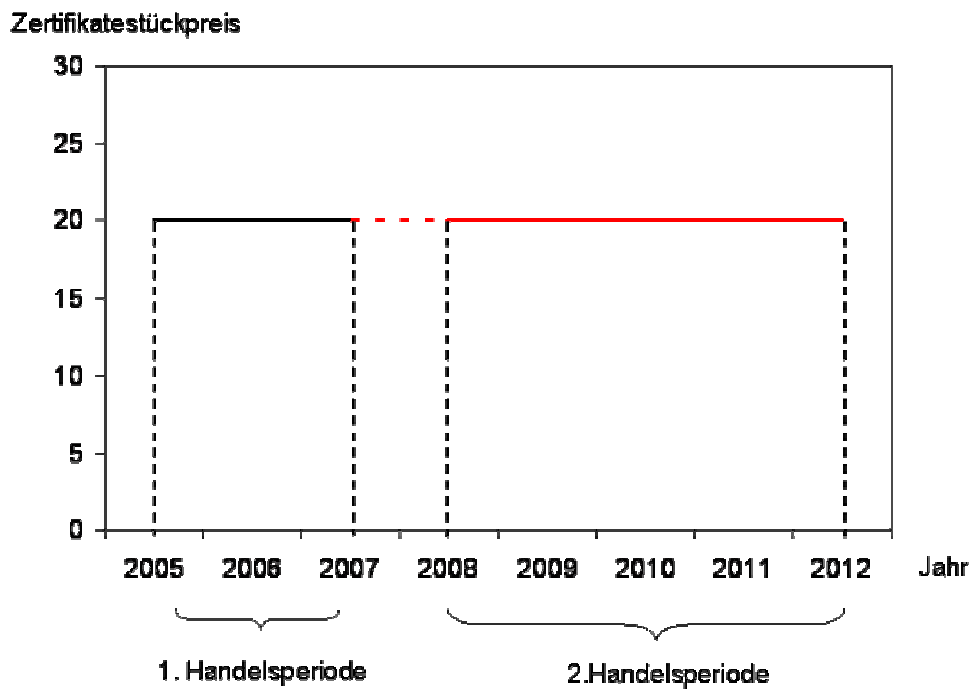
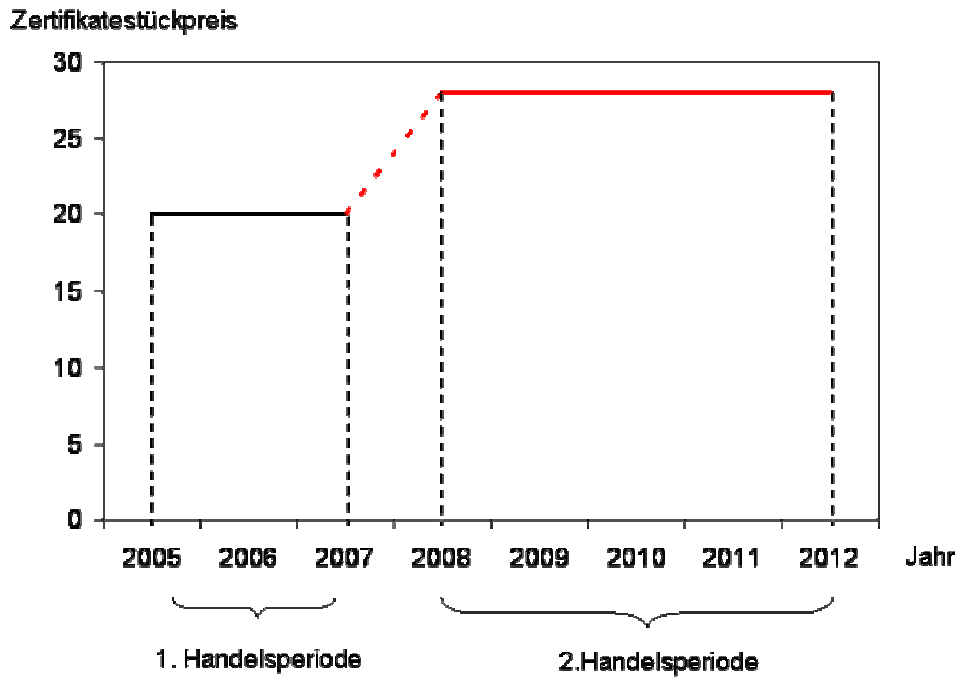
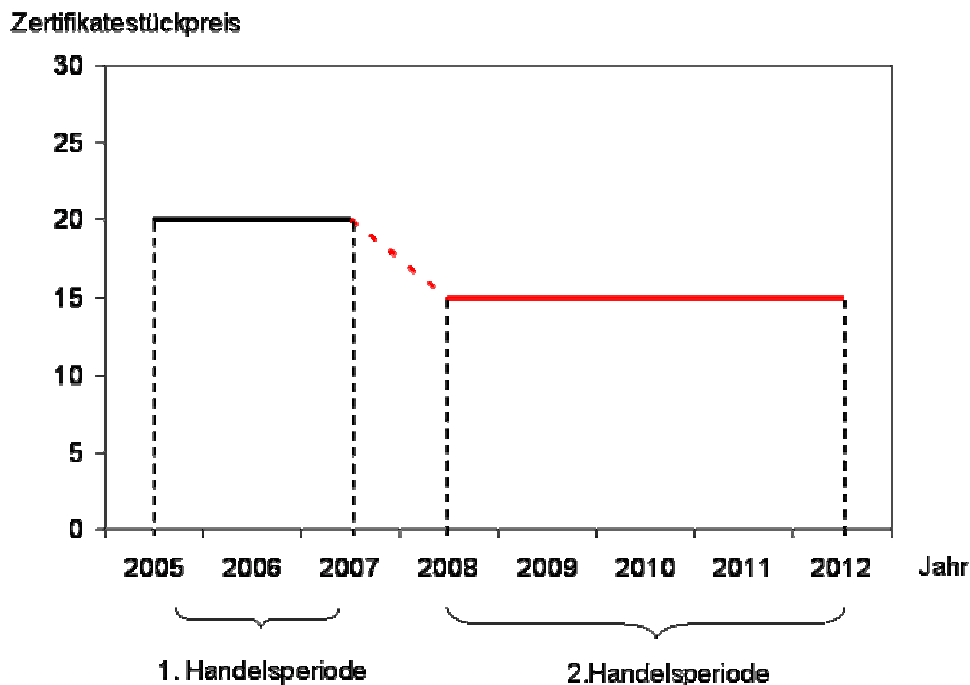


Abbildung 21: Zertifikatestückpreis in Szenario 3 und 4, Fall II (20 Euro in 2. HP)



**Abbildung 22: Zertifikatestückpreis in Szenario 3 und 4, Fall III (28 Euro in 2. HP)**

Der Zertifikatestückpreis in der 2. Handelsperiode in Szenario 5 und 6 kann 15 Euro, 25 Euro, 18 Euro oder 28 Euro betragen.



**Abbildung 23: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall I (15 Euro in 2. HP)**

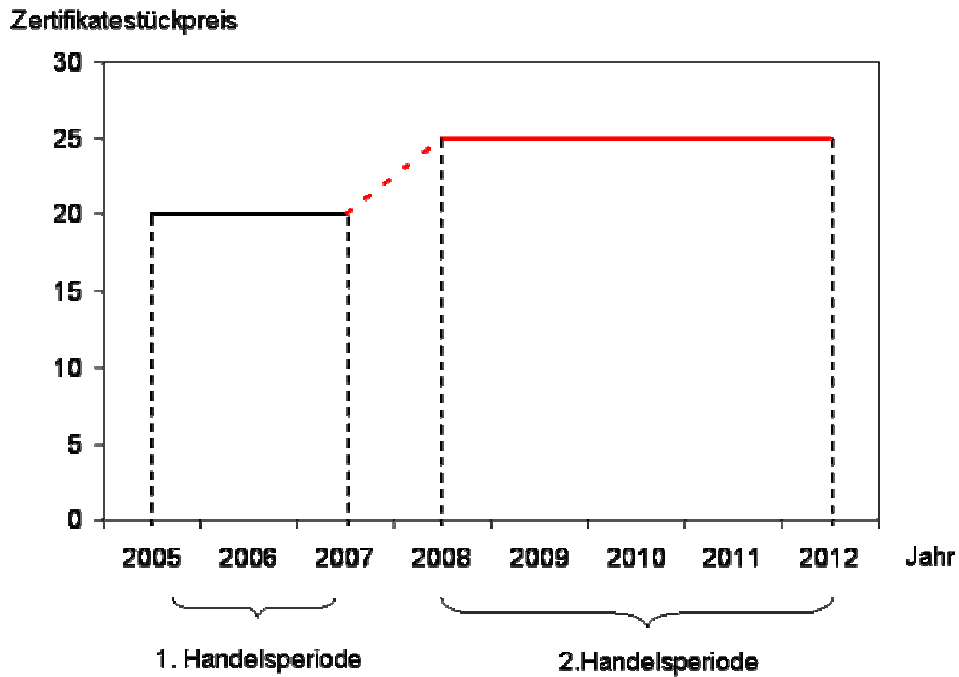


Abbildung 24: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall II (25 Euro in 2. HP)

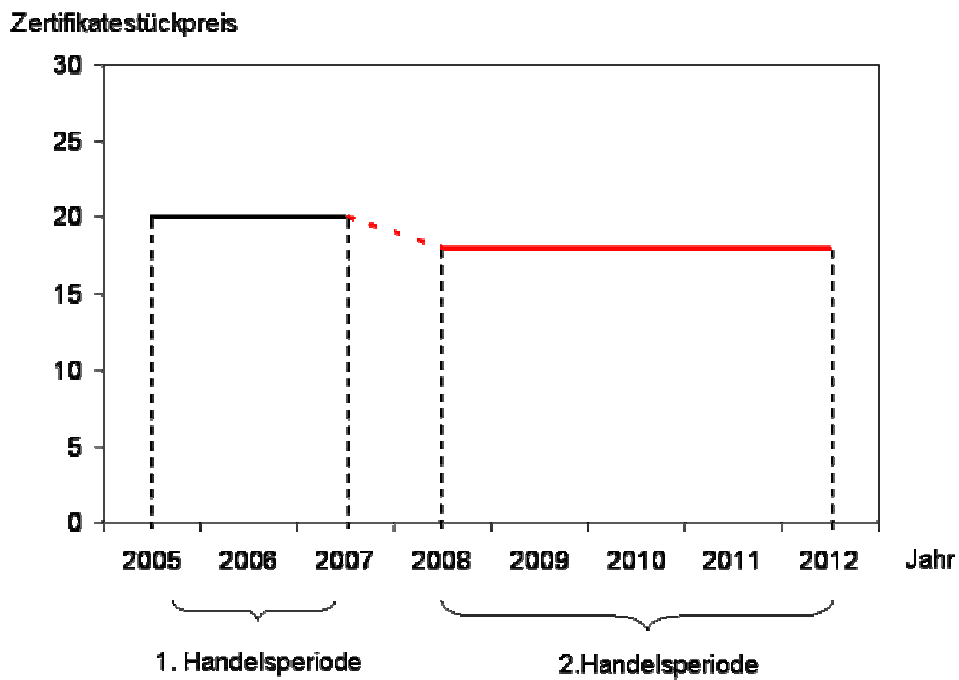
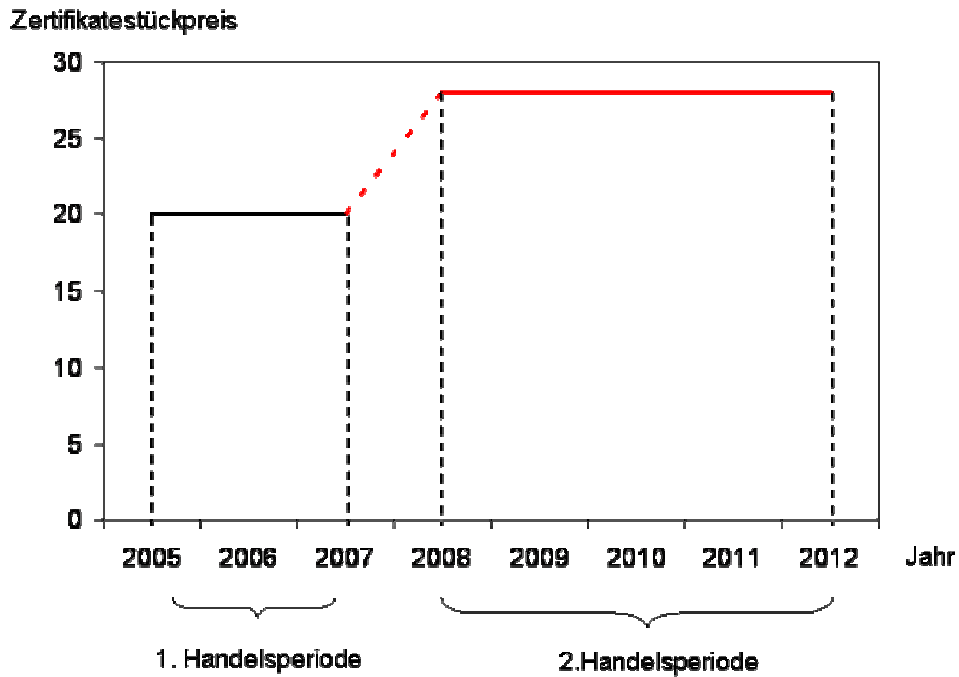
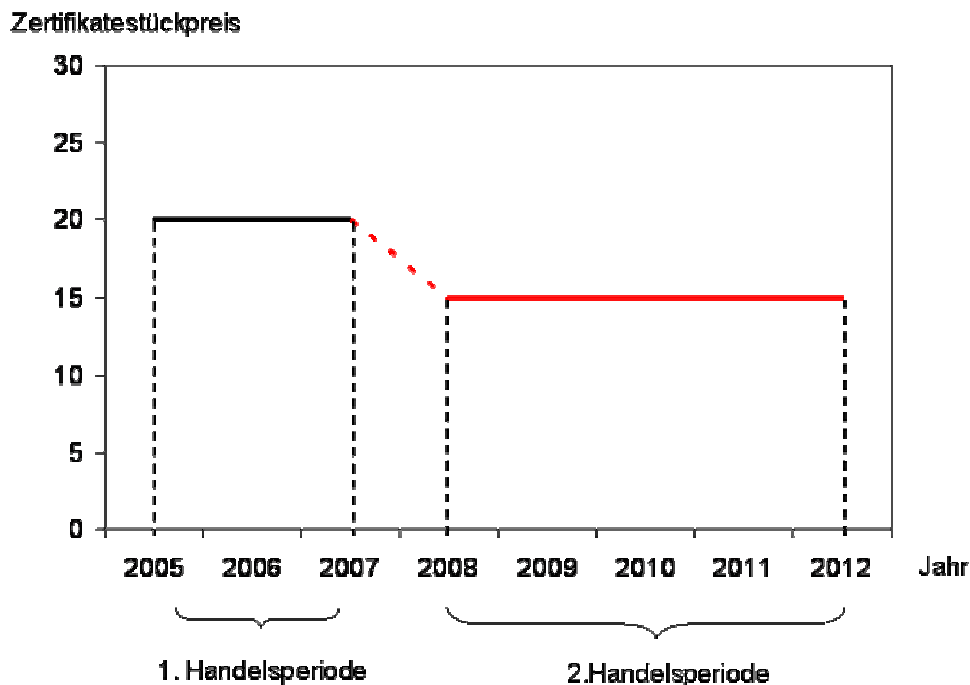


Abbildung 25: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall III (18 Euro in 2. HP)

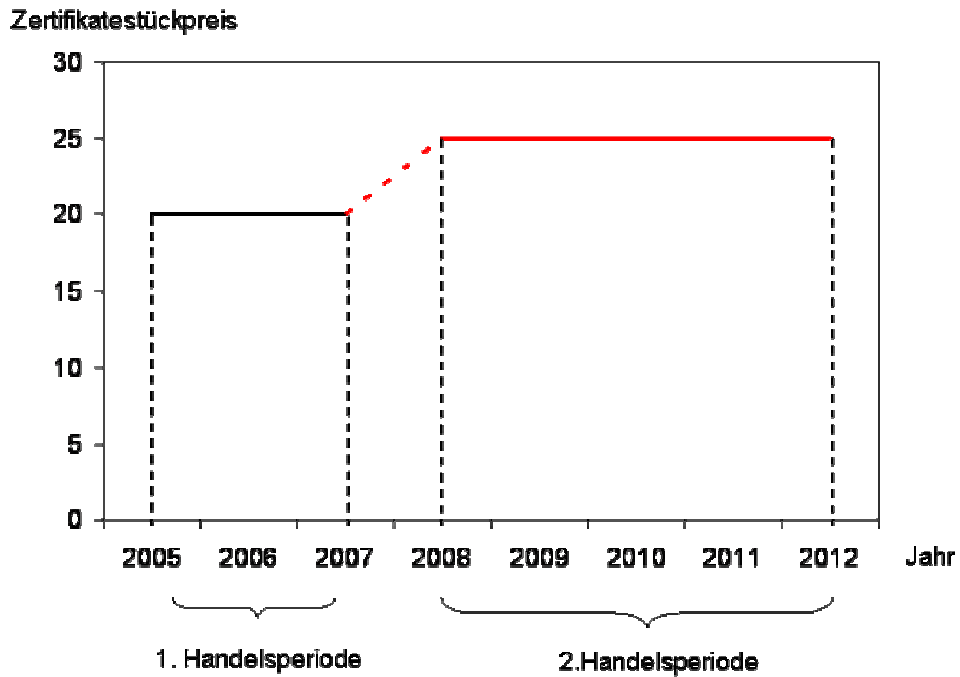


**Abbildung 26: Zertifikatestückpreis in Szenario 5 und 6, Fall IV (28 Euro in 2. HP)**

Der Zertifikatestückpreis in der 2. Handelsperiode in Szenario 7 kann entweder 15 Euro oder 25 Euro betragen.



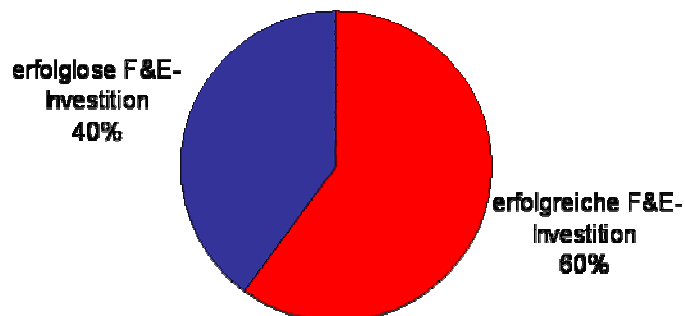
**Abbildung 27: Zertifikatestückpreis in Szenario 7, Fall I (15 Euro in 2. HP)**



**Abbildung 28: Zertifikatestückpreis in Szenario 7, Fall II (25 Euro in 2. HP)**

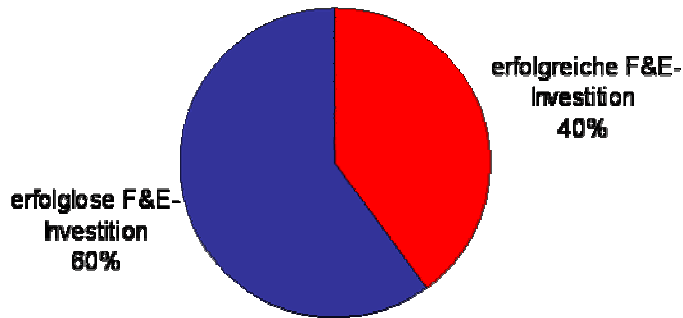
### 3. F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit

Die Wahrscheinlichkeit für den Erfolg der F&E-Investition in Szenario 1, Szenario 3 und Szenario 5 beträgt 60%.



**Abbildung 29: F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit in Szenario 1, 3 und 5 (60%)**

Die Wahrscheinlichkeit für den Erfolg der F&E-Investition in Szenario 2, Szenario 4 und Szenario 6 beträgt 40%.



**Abbildung 30: F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit in Szenario 2, 4 und 6 (40%)**

#### 6.1.4 Untersuchungsgruppen

Laborexperimente haben bisher generell<sup>432</sup>, aber auch speziell zum Thema Emissionsrechtehandel<sup>433</sup>, gezeigt, dass das Verhalten von Studenten und von Wirtschaftsexperten aus betroffenen Unternehmen beim Treffen von Entscheidungen sehr ähnlich ist. (Den Akteuren werden ohnehin alle notwendigen Informationen in der Anleitung gegeben.) Daher können zur Durchführung der Laboruntersuchung dieser Arbeit vier verschiedene Untersuchungsgruppen herangezogen werden:

- Untersuchungsgruppe 1 (Experten 1): Personen, die in Unternehmen arbeiten, welche CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen und vom Zertifikatehandel betroffen sind.
- Untersuchungsgruppe 2 (Experten 2): Personen, welche aufgrund entsprechender Erfahrung routiniert beim Treffen von Managemententscheidungen sind.
- Untersuchungsgruppe 3 (Experten 3): Personen, die in wirtschaftlichen Unternehmen arbeiten und dadurch über umfangreiches praktisches sowie theoretisches Wissen verfügen.
- Untersuchungsgruppe 4 (Studenten): Wirtschaftsstudenten, welche über wenig praktisches, aber breites theoretisches wirtschaftliches Wissen verfügen.

<sup>432</sup> Vgl. Godby et al., 1998.

<sup>433</sup> Vgl. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden Württemberg, 2002.

Insgesamt stehen 54 Akteure, welche gleichmäßig auf die Untersuchungsgruppen verteilt sind, zur Verfügung.

Zur Durchführung der Untersuchung werden die Akteure zu homogenen Subgruppen mit 4-5 Teilnehmern aus der gleichen Untersuchungsgruppe (z.B. 4 Probanden, welche alle aus der Untersuchungsgruppe 1 stammen, also Experten 1 sind) zusammengefasst.

Die homogenen Subgruppen werden separat untersucht.

## **6.2 Datenerhebung und Datenbasis**

Es wird grundsätzlich zwischen *primärstatistischen* und *sekundärstatistischen* Datenerhebungen unterschieden. Bei der primärstatistischen Untersuchung werden die Daten eigens für den Untersuchungszweck ermittelt. Die sekundärstatistische Erhebung hingegen, greift auf bereits vorhandene Daten zurück, die schon für andere Zwecke gesammelt worden sind.<sup>434</sup>

Die Untersuchung dieser Arbeit basiert auf *primärstatistischen* Daten, welche im Zuge des *Experiments* ermittelt werden.<sup>435</sup>

Wie in Kapitel 6.1.2 bereits angedeutet, erhalten die Akteure im Rahmen eines „Klassenzimmerexperiments“ als Entscheidungsgrundlage Handouts, welche die Entwicklung der 3 verschiedenen Auswahlstrategien unter den gegebenen Rahmenbedingungen des jeweiligen Szenarios abbilden.<sup>436</sup> Auf dem Informationsblatt haben die Akteure am Ende jedes durchgespielten Szenarios ihre Auswahl anzukreuzen (quantitativen Daten) und eine ausführliche Begründung für die Auswahl anzugeben (qualitativen Daten).

Die Vorgabe, eine ausführliche Begründung für die jeweilige Entscheidung anzuführen, dient einer zusätzlichen qualitativen Datenerhebung, **darüber hinaus soll dadurch aber auch gewährleistet werden, dass die Akteure ihre Entscheidungen gut durchdacht und nicht willkürlich, sondern fundiert treffen.**

---

<sup>434</sup> Vgl. Bleymüller et al., 2004, S. 1.

<sup>435</sup> Vgl. Bleymüller et al., 2004, S. 2.

<sup>436</sup> Zur Betrachtung der vollständigen Szenarien siehe Anhang.

Alle Daten (alle ausgewählten Strategien aller Akteure und aller Szenarien, sowie alle dazugehörigen Begründungen) werden in eine Inputtabelle<sup>437</sup> in Excel eingetragen und als Datenbasis, d.h. als Grundlage für die quantitative und qualitative Auswertung aufbereitet (Tabelle 1 stellt einen Auszug dieser Inputtabelle dar).

Damit sich die Motive für die Entscheidungen besser einordnen lassen, haben die Akteure nach Beendigung des letzten Durchlaufs einen kurzen Fragebogen zu ihren Entscheidungsgrundlagen auszufüllen.<sup>438</sup> (Somit wird die gewählte Form des Experiments als primärstatistische Datenerhebungsart zusätzlich durch die der schriftlichen Befragung ergänzt). Die Fragebogenergebnisse werden ebenfalls in einer Excel-Inputtabelle<sup>439</sup> eingetragen und für die Datenauswertung aufbereitet (Tabelle 2 stellt einen Auszug dieser Excel-Inputtabelle dar).

---

<sup>437</sup> Siehe Anhang.

<sup>438</sup> Zur Fragebogenvorlage siehe Abbildung 11 in Kapitel 6.1.2 oder Anhang.

<sup>439</sup> Siehe Anhang.



Anschließend wird ein **Auszug**<sup>440</sup> aus der gesamten Excel-Inputtabelle mit der quantitativen und qualitativen<sup>441</sup> Datenbasis abgebildet:

Grp_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
7	1	27	2		Experten 2	15	16	2			
7	1	28	3		Experten 2	15	18				
7	1	29	1		Experten 2	4	2	16			
7	1	30	1		Experten 2	7	8	1	6		
8	1	31	2		Experten 3	1	15				
8	1	32	1		Experten 3	1	6	7			
8	1	33	2		Experten 3	1	15				
8	1	34	2		Experten 3	1	6				
8	1	35	2		Experten 3	14	20				

**Tabelle 1: Auszug aus Excel-Inputtabelle mit quantitativer und qualitativer Datenbasis**

Anschließend wird ein **Auszug**<sup>442</sup> aus der gesamten Excel-Inputtabelle mit der explikativen Datenbasis<sup>443</sup> abgebildet:

Frage_ID	Grp_ID	Name	Proband_ID	Auswahl	Auswahl_text
III	2	Experten 1	5	1	Gewinn steigern
III	2	Experten 1	6	2	Verlust eingrenzen
III	2	Experten 1	7	1	Gewinn steigern
III	2	Experten 1	8	1	Gewinn steigern
III	3	Experten 1	9	2	Verlust eingrenzen
III	3	Experten 1	10	2	Verlust eingrenzen
III	3	Experten 1	11	2	Verlust eingrenzen
III	3	Experten 1	12	2	Verlust eingrenzen
III	3	Experten 1	13	2	Verlust eingrenzen

**Tabelle 2: Auszug aus Excel-Inputtabelle mit explikativer Datenbasis**

<sup>440</sup> Im Anhang ist die gesamte Inputtabelle einzusehen.

<sup>441</sup> Die Begründungen sind kodiert, jeder Akteur hat maximal 6 Begründungen angeführt.

<sup>442</sup> Im Anhang ist die gesamte Inputtabelle einzusehen.

<sup>443</sup> Zur Fragebogenvorlage siehe Abbildung 11 in Kapitel 6.1.2 oder Anhang.

### **6.3 Datenauswertung und Hypothesenevaluierung**

In diesem Abschnitt werden die relevanten quantitativen und qualitativen Ergebnisse von CESAS in Tabellen abgebildet und beschrieben sowie die Gültigkeit der Hypothesen überprüft. Es wird bestimmt, in welchen Fällen die Haupthypothese und die Unterhypothesen zu verifizieren bzw. falsifizieren sind. Eine Interpretation der Ergebnisse wird erst in Abschnitt 7 vorgenommen. Zur Überprüfung der statistischen Signifikanz der Ergebnisse wird die mathematisch-statistische (induktive) Methode des Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests angewandt.

#### **6.3.1 Quantitative Ergebnisse**

Die Entscheidungen der Probanden in den 7 Szenarien bilden die Datenbasis für die quantitativen Ergebnisse. In diesem Kapitel werden die quantitativen Daten („WIE VIELE“ Akteure haben sich bei bestimmten Rahmenbedingungen jeweils „WIE“ verhalten) deskriptiv und induktiv ausgewertet, d.h. es werden die Ergebnisse hinsichtlich der Strategiewahl der Akteure zur Evaluierung der Hypothesen in Tabellen abgebildet und zusätzlich, zur Überprüfung der statistischen Signifikanz, mathematische Tests durchgeführt.

Die Auswertung des Fragebogens (der explikativen Ergebnisse), welcher am Ende von CESAS von den Probanden zusätzlich ausgefüllt wurde, ermöglicht eine Evaluierung hinsichtlich der Entscheidungsgrundlagen und Entscheidungsmotive („WARUM“ haben sich die Akteure bei bestimmten Rahmenbedingungen auf eine gewisse Weise verhalten).

##### **6.3.1.1 Deskriptive und induktive Ergebnisdarstellung**

###### **I. Überprüfung der Haupthypothese**

Haupthypothese: Die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels veranlasst die Mehrheit der betroffenen Unternehmen<sup>444</sup>, in Forschung und Entwicklung zu investieren.

---

<sup>444</sup>Mit „Mehrheit“ ist mehr als 50% der Akteure gemeint. Insgesamt haben 54 Akteure am CESAS teilgenommen. Mehrheit bedeutet daher > 27 Akteure.

Zur Überprüfung der Haupthypothese müssen alle Szenarien betrachtet werden. Es wird überprüft, ob sich in Szenario 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7<sup>445</sup> die Akteure mehrheitlich für Strategie 1 entschieden haben.

Tabelle 3 bildet die Strategieauswahl der Akteure in allen Szenarien in absoluten Zahlen ab. Tabelle 4 stellt die Strategieauswahl der Akteure in allen Szenarien in relativen Zahlen dar.

S1 bedeutet die Auswahl von Strategie 1<sup>446</sup>, S1K die Auswahl von Strategie 1 mit Kooperation<sup>447</sup> (diese Möglichkeit gibt es nur in Szenario 7). S1Sum ist die Summe von S1 und S1K. Spalte S2 bildet die Anzahl der Akteure ab, welche Strategie 2<sup>448</sup> in den einzelnen Szenarien ausgewählt haben, und S3 zeigt, wie viele Akteure sich jeweils für Strategie 3<sup>449</sup> entschieden haben.

**S1Sum** ist die Spalte, welche für die Auswertung der Hypothesen relevant ist.

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
1	28		28	23	3	54
2	10		10	40	4	54
3	34		34	18	2	54
4	11		11	41	2	54
5	34		34	18	2	54
6	8		8	43	3	54
7	8	38	46	8	0	54
Gesamt	133	38	171	191	16	378

**Tabelle 3: Strategieauswahl alle Szenarien, alle Akteure (absolute Zahlen)**

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
1	52%		52%	43%	6%	100%
2	19%		19%	74%	7%	100%
3	63%		63%	33%	4%	100%
4	20%		20%	76%	4%	100%
5	63%		63%	33%	4%	100%
6	15%		15%	80%	6%	100%
7	15%	70%	85%	15%	0%	100%
Gesamt	35%	10%	45%	51%	4%	100%

**Tabelle 4: Strategieauswahl alle Szenarien, alle Akteure (relative Zahlen)**

<sup>445</sup>Zu den Rahmenbedingungen der verschiedenen Szenarien siehe Informationsblätter in Kapitel 6.1.2 bzw. im Anhang.

<sup>446</sup> Strategie 1: „Sofort in F&E investieren“.

<sup>447</sup> Strategie 1 mit Kooperation: „Kooperation von zwei oder mehr Akteuren – sofort in F&E investieren“.

<sup>448</sup> Strategie 2: „Abwarten und später Technologie kaufen – wenn möglich“.

<sup>449</sup> Strategie 3: „Jährlich Zertifikate zukaufen“.

Die **Haupthypothese** wird in vier Szenarien durch die deskriptiven Ergebnisse **bestätigt**:

in Szenario 1 (28 Akteure bzw. 52% trafen die Auswahl von Strategie 1),  
 in Szenario 3 (34 Akteure bzw. 63% trafen die Auswahl von Strategie 1),  
 in Szenario 5 (34 Akteure bzw. 63% trafen die Auswahl von Strategie 1) und  
 in Szenario 7 (46 Akteure bzw. 85% trafen die Auswahl von Strategie 1 – davon entschieden sich 70% für eine F&E-Kooperation).

In drei Szenarien wird die **Haupthypothese** durch die deskriptiven Ergebnisse **nicht bestätigt**:

in Szenario 2 (10 Akteure bzw. 19% trafen die Auswahl von Strategie 1),  
 in Szenario 4 (11 Akteure bzw. 20% trafen die Auswahl von Strategie 1), sowie  
 in Szenario 6 (8 Akteure bzw. 15% trafen die Auswahl von Strategie 1).

Zur induktiven (mathematisch-statistischen) Überprüfung der Ergebnisse d.h. um herauszufinden, ob die Strategiewahl der Akteure in den 7 Szenarien zufällig erfolgt ist, oder ob es einen signifikanten Zusammenhang (eine Abhängigkeit) zwischen der Strategiewahl und den Szenarien (den verschiedenen Rahmenbedingungen) gibt, wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt.

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von den Szenarien (den jeweiligen Rahmenbedingungen) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategiewahl ist von den Szenarien (den jeweiligen Rahmenbedingungen) abhängig.

Die Kontingenztabelle mit den **beobachteten**<sup>450</sup> absoluten Häufigkeiten sieht wie folgt aus:

---

<sup>450</sup>Die beobachteten absoluten Häufigkeiten sind aus Tabelle 3 übernommen. Strategie 2 und Strategie 3 sind in Tabelle 5 und 6 unter „nicht Strategie 1“ zusammengefasst, da die Dateneinträge der Kontingenztabelle nicht zu klein sein dürfen, damit die Prüfgröße als annähernd Chi-Quadrat-verteilt betrachtet werden kann.

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	28	26	54
Szenario 2	10	44	54
Szenario 3	34	20	54
Szenario 4	11	43	54
Szenario 5	34	20	54
Szenario 6	8	46	54
Szenario 7	46	8	54
Summe	171	207	n=378

**Tabelle 5: Kontingenztabelle mit beobachteten absoluten Häufigkeiten**

Die Kontingenztabelle mit den **erwarteten** absoluten Häufigkeiten sieht folgendermaßen aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	24,43	29,57	54
Szenario 2	24,43	29,57	54
Szenario 3	24,43	29,57	54
Szenario 4	24,43	29,57	54
Szenario 5	24,43	29,57	54
Szenario 6	24,43	29,57	54
Szenario 7	24,43	29,57	54
Summe	171	207	n=378

**Tabelle 6: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten**

Die erwarteten absoluten Häufigkeiten ergeben sich aus den Daten der Tabelle 9 und werden nach folgender Formel berechnet:

$$n_{jk} = n_j \cdot n_k / n$$

Die erwartete Häufigkeit für die Auswahl von „Strategie 1“ ergibt daher in jedem Szenario  $54 \cdot 171 / 378 = 24,43$  und die erwartete Häufigkeit für die Auswahl von „nicht Strategie 1“ ergibt in jedem Szenario  $54 \cdot 207 / 378 = 29,57$ .

Es wird ein 95%-iges Signifikanzniveau bestimmt. D.h.  $\alpha = 0,05$  (die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt 5%).

Die Anzahl der Freiheitsgrade ergibt sich aus  $v = (r - 1) \cdot (s - 1) = (7 - 1) \cdot (2 - 1) = 6 \cdot 1 = 6$ , wobei  $r$  die Anzahl der Zeilen der Kontingenztabelle ist und  $s$  die Anzahl der Spalten der Kontingenztabelle symbolisiert.

Bei  $\alpha = 0,05$  und  $v = 6$ , ergibt sich aus der Tabelle der Chi-Quadrat-Verteilung<sup>451</sup> der kritische Wert der Testprüfgröße von 12,59. Nur wenn die berechnete Prüfgröße über diesem kritischen Wert liegt, d.h. nur wenn  $X^2 >$

<sup>451</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

12,59, kann die Nullhypothese  $H_0$  verworfen werden und mit einer 95%-igen Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass es einen Zusammenhang (eine Abhängigkeit) zwischen der jeweiligen Strategieauswahl der Akteure und den Szenarien (den Rahmenbedingungen) gibt, d.h. die Auswahl der Akteure nicht zufällig erfolgt ist.

Der Chi-Quadrat Wert ergibt sich aus folgender Rechenoperation:

$$\begin{aligned} X^2 = & (28 - 24,43)^2 / 24,43 + (26 - 29,57)^2 / 29,57 + (10 - 24,43)^2 / 24,43 + \\ & + (44 - 29,57)^2 / 29,57 + (34 - 24,43)^2 / 24,43 + (20 - 29,57)^2 / 29,57 + \\ & + (11 - 24,43)^2 / 24,43 + (43 - 29,57)^2 / 29,57 + (34 - 24,43)^2 / 24,43 + \\ & + (20 - 29,57)^2 / 29,57 + (8 - 24,43)^2 / 24,43 + (46 - 29,57)^2 / 29,57 + \\ & + (46 - 24,43)^2 / 24,43 + (8 - 29,57)^2 / 29,57 = 98,56 \end{aligned}$$

Nachdem  $98,56 > 12,59$  ist, kann die Nullhypothese  $H_0$  verworfen werden und **angenommen werden, dass es eine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen der Strategieauswahl der Akteure und den Szenarien (Rahmenbedingungen) gibt.**

Durch die anschließende deskriptive und induktive Überprüfung der Unterhypothesen 1-3 wird die Bedeutung der einzelnen Emissionshandelsausgestaltungsformen festgestellt.

Es werden jeweils Szenarien miteinander verglichen, welche – bis auf die in Bezug auf die Unterhypothese zu überprüfende Rahmenbedingung – identisch sind.

## II. Überprüfung der Unterhypothese 1a

Unterhypothese 1: Das Wissen der Akteure über die Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung eine Rolle.

Unterhypothese 1a: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode sicher wissen, dass die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode **stark** reduziert werden wird, als wenn sie im Voraus nicht sicher wissen, wie viele Zertifikate ihnen in der zweiten Handelsperiode zugeteilt werden.

- 1) Vergleich **Szenario 3** ( $p=60\%$ <sup>452</sup>, Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. HP ist sicher, beträgt 30.000<sup>453</sup>) mit **Szenario 5** ( $p=60\%$ , Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. HP ist unsicher, kann 30000 oder 40000 betragen)<sup>454</sup>: Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 3 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 5<sup>455</sup>.

Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
3	34		34	18	2	54
5	34		34	18	2	54
Gesamt	68	0	68	36	4	108

**Tabelle 7: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 3 und Szenario 5, absolute Zahlen**

Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
3	63%		63%	33%	4%	100%
5	63%		63%	33%	4%	100%
Gesamt	63%	0%	63%	33%	4%	100%

**Tabelle 8: Gegenüberstellung Strategiewahl, Szenario 3 und Szenario 5, relative Zahlen**

Tabelle 7 und Tabelle 8 zeigen, dass sich sowohl in Szenario 3 als auch in Szenario 5 die Akteure mehrheitlich für Strategie 1 (S1Sum) entschieden haben. In Szenario 3 ist die Anzahl der Akteure, welche Strategie 1 gewählt haben, gleich hoch wie in Szenario 5.

Die deskriptive Auswertung ergibt, dass Unterhypothese 1a bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit nicht gültig ist.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode niedrig<sup>456</sup> oder unsicher ist,) unabhängig.

<sup>452</sup> $p$  = F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit.

<sup>453</sup>Die Zuteilung von 30.000 Zertifikaten in der 2. HP ist eine starke Reduktion.

<sup>454</sup>Zu den Rahmenbedingungen der verschiedenen Szenarien siehe auch Informationsblätter in Kapitel 6.1.2 bzw. im Anhang.

<sup>455</sup>Es werden Szenarien verglichen, welche bis auf die Zertifikatzuteilung die gleichen Rahmenbedingungen haben.

<sup>456</sup>Wenn die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode stark reduziert wird, ist sie niedrig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategieauswahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode niedrig oder unsicher ist,) abhängig.

Die Kontingenztabelle sehen wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 3	34	20	54
Szenario 5	34	20	54
Summe	68	40	108

**Tabelle 9: Kontingenztabelle mit beobachteten absoluten Häufigkeiten**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 3	34	20	54
Szenario 5	34	20	54
Summe	68	40	108

**Tabelle 10: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten**<sup>457</sup>

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>458</sup>.

$$X^2 = (34 - 34)^2 / 34 + (20 - 20)^2 / 20 + (34 - 34)^2 / 34 + (20 - 20)^2 / 20 = 0$$

Da  $X^2 < 3,84$  ist  $H_0$  gültig.

Der mathematisch-statistische Test bestätigt das deskriptive Ergebnis: Bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit spielt es keine Rolle, ob die Akteure sicher wissen, dass die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode niedrig sein wird oder, ob sie im Voraus nicht sicher wissen, wie hoch die Anfangsallokation in der zweiten Handelsperiode sein wird.

2) Vergleich **Szenario 4** ( $p=40\%$ , Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. HP ist sicher, beträgt 30000) mit **Szenario 6** ( $p=40\%$ , Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. HP ist unsicher, kann 30000 oder 40000 betragen): Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 4 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 6.

<sup>457</sup> Zur Berechnung der erwarteten absoluten Häufigkeiten siehe Berechnung für Tabelle 6.

<sup>458</sup> Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.



Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
4	11		11	41	2	54
6	8		8	43	3	54
Gesamt	19	0	19	84	5	108

**Tabelle 11: Gegenüberstellung Strategieauswahl, Szenario 4 und Szenario 6, absolute Zahlen**

Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
4	20%		20%	76%	4%	100%
6	15%		15%	80%	6%	100%
Gesamt	18%	0%	18%	78%	5%	100%

**Tabelle 12: Gegenüberstellung Strategieauswahl, Szenario 4 und Szenario 6, relative Zahlen**

Tabelle 11 und Tabelle 12 zeigen, dass sich sowohl in Szenario 4 als auch in Szenario 6 relativ wenig Akteure für Strategie 1 entschieden haben, in Szenario 4 aber mehr Akteure als in Szenario 6 Strategie 1 gewählt haben.

Daher ist die Unterhypothese 1a bei einer relativ niedrigen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit – den deskriptiven Ergebnissen zufolge – gültig.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategieauswahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode niedrig oder unsicher ist) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategieauswahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode niedrig oder unsicher ist) abhängig.

Die Kontingenztafeln sehen wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 4	11	43	54
Szenario 6	8	46	54
Summe	19	89	108

**Tabelle 13: Kontingenztafel mit beobachteten absoluten Häufigkeiten**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 4	9,5	44,5	54
Szenario 6	9,5	44,5	54
Summe	19	89	108

**Tabelle 14: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>459</sup>.

$$X^2 = (11 - 9,5)^2 / 9,5 + (43 - 44,5)^2 / 44,5 + (8 - 9,5)^2 / 9,5 + (46 - 44,5)^2 / 44,5 = 0,5748$$

Da  $X^2 < 3,84$  ist  $H_0$  gültig.

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest ergibt bei einer relativ niedrigen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit keine statistisch signifikante<sup>460</sup> Abhängigkeit der Strategiewahl der Akteure davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode niedrig oder unsicher ist.

Trotzdem kann aufgrund der deskriptiven Ergebnisse die Tendenz abgeleitet werden, dass bei einer relativ niedrigen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit die Akteure eher zur Auswahl von Strategie 1 neigen, wenn sie in der ersten Handelsperiode bereits wissen, dass die Zertifikatzuteilung in der zweiten Handelsperiode stark reduziert werden wird, als wenn sie nicht wissen, wie hoch die Allokation in der 2. Periode sein wird.

### III. Überprüfung der Unterhypothese 1b

Unterhypothese 1: Das Wissen der Akteure über die Zertifikatzuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung eine Rolle.

Unterhypothese 1b: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode nicht sicher wissen, wie stark die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode reduziert werden wird, als wenn sie sicher wissen, dass die Anzahl an zugeteilten Zertifikaten in der zweiten Handelsperiode nur **schwach** reduziert werden wird.

<sup>459</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

<sup>460</sup>Die Differenz zwischen 11 Akteuren, welche sich in Szenario 4 für Strategie 1 entschieden haben und 8 Akteuren, welche sich in Szenario 6 für Strategie 1 entschieden haben, ist zu gering um statistisch signifikant sein zu können.

- 1) Vergleich **Szenario 1** ( $p=60\%$ , Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. HP ist sicher, beträgt 40000) mit **Szenario 5** ( $p=60\%$ , Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. Handelsperiode ist unsicher, kann 40000 oder 30000 betragen): Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 5 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 1.

Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
1	28		28	23	3	54
5	34		34	18	2	54
Gesamt	62	0	62	41	5	108

**Tabelle 15: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 1 und Szenario 5, absolute Zahlen**

Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
1	52%		52%	43%	6%	100%
5	63%		63%	33%	4%	100%
Gesamt	57%	0%	57%	38%	5%	100%

**Tabelle 16: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 1 und Szenario 5, relative Zahlen**

Tabelle 15 und Tabelle 16 zeigen, dass sich sowohl in Szenario 5 als auch in Szenario 1 die Akteure mehrheitlich für Strategie 1 entschieden haben, in Szenario 5 aber mehr Akteure als in Szenario 1 Strategie 1 gewählt haben.

Die deskriptiven Ergebnisse besagen daher, dass die Unterhypothese 1b bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit gültig ist.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode hoch oder unsicher ist,) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode hoch oder unsicher ist,) abhängig.

Die Kontingenztafeln sehen wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	28	26	54
Szenario 5	34	20	54
Summe	62	46	108

**Tabelle 17: Kontingenztabelle mit beobachteten absoluten Häufigkeiten**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	31	23	54
Szenario 5	31	23	54
Summe	62	46	108

**Tabelle 18: Kontingenztabelle mit erwarteten absoluten Häufigkeiten**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>461</sup>

Bei einer 1%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,1$ ), d.h. einem 90%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 2,71<sup>462</sup>.

$$X^2 = (28 - 31)^2 / 31 + (26 - 23)^2 / 23 + (34 - 31)^2 / 31 + (20 - 23)^2 / 23 = 1,36325$$

Da  $X^2 < 3,84$  und  $X^2 < 2,71$ , ist  $H_0$  sowohl bei einem 95%-igen Signifikanzniveau als auch bei einem 90%-igen Signifikanzniveau gültig.<sup>463</sup>

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest ergibt bei einer hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit keine statistisch signifikante Abhängigkeit der Strategiewahl der Akteure davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode hoch oder unsicher ist. Der berechnete Chi-Quadrat-Wert 1,36325 liegt allerdings knapp unter dem kritischen Wert der Testprüfgröße von 2,71. Das Ergebnis könnte daher fast als „grenzwertig signifikant“ bezeichnet werden.

Die deskriptiven Ergebnisse weisen allerdings eine deutliche Tendenz in folgende Richtung auf: Bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit

<sup>461</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

<sup>462</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

<sup>463</sup>In diesem Fall wurde der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest bei einem 95%-igen und bei einem 90%-igen Signifikanzniveau durchgeführt, da vermutet wurde, dass bei einem 90%-igen Signifikanzniveau der Chi-Quadrat-Wert über dem kritischen Wert liegen würde.

investieren die Akteure eher in F&E, wenn sie nicht sicher wissen wie hoch die Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode sein wird als wenn sie über eine hohe Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode im Voraus Bescheid wissen.

2) Vergleich **Szenario 2** ( $p=40\%$ , Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. HP ist sicher, beträgt 40000) mit **Szenario 6** ( $p=40\%$ , Anzahl der zugeteilten Zertifikate in 2. HP ist unsicher, kann 40000 oder 30000 betragen): Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 6 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 2.

Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
2	10		10	40	4	54
6	8		8	43	3	54
Gesamt	18	0	18	83	7	108

**Tabelle 19: Gegenüberstellung Strategiewahl, Szenario 2 und Szenario 6, absolute Zahlen**

Szenario_ID	.		S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
2	19%		19%	74%	7%	100%
6	15%		15%	80%	6%	100%
Gesamt	17%	0%	17%	77%	6%	100%

**Tabelle 20: Gegenüberstellung Strategiewahl, Szenario 2 und Szenario 6, relative Zahlen**

Tabelle 19 und Tabelle 20 zeigen, dass sich sowohl in Szenario 2 als auch in Szenario 6 relativ wenige Akteure für Strategie 1 entschieden haben. In Szenario 6 wurde allerdings seltener Strategie 1 gewählt als in Szenario 2.

Daher bestätigen die deskriptiven Ergebnisse, bei einer relativ niedrigen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit, die Unterhypothese 1b nicht.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode hoch oder unsicher ist,) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategieauswahl ist von der Rahmenbedingung (davon, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode hoch oder unsicher ist,) abhängig.

Die Kontingenztabelle sehen wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 2	10	44	54
Szenario 6	8	46	54
Summe	18	90	108

**Tabelle 21: Kontingenztabelle mit beobachteter absoluter Häufigkeit**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 2	9	45	54
Szenario 6	9	45	54
Summe	18	90	108

**Tabelle 22: Kontingenztabelle mit erwarteter absoluter Häufigkeit**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>464</sup>.

$$X^2 = (10 - 9)^2 / 9 + (44 - 45)^2 / 45 + (8 - 9)^2 / 9 + (46 - 45)^2 / 45 = 0,26$$

Da  $X^2 < 3,84$  ist  $H_0$  gültig.

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest bestätigt bei einer relativ niedrigen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit, dass es keine statistisch signifikante Abhängigkeit der Strategieauswahl der Akteure davon gibt, ob die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode hoch oder unsicher ist.

#### IV. Überprüfung der Unterhypothese 2

Unterhypothese 2: Die Höhe der Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je stärker die zugeteilten Zertifikate pro Unternehmen in der zweiten Handelsperiode (angekündigter Weise) reduziert werden, desto eher investieren Unternehmen in F&E.

1) Vergleich **Szenario 1** ( $p=60\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 40000) mit **Szenario 3** ( $p=60\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 30000). Es wird

<sup>464</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 3 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 1.

			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
Szenario_ID	S 1	S 1K				
1	28		28	23	3	54
3	34		34	18	2	54
Gesamt	62	0	62	41	5	108

**Tabelle 23: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 1 und Szenario 3, absolute Zahlen**

			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
Szenario_ID	S 1	S 1K				
1	52%		52%	43%	6%	100%
3	63%		63%	33%	4%	100%
Gesamt	57%	0%	57%	38%	5%	100%

**Tabelle 24: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 1 und Szenario 3, relative Zahlen**

Die deskriptiven Ergebnisse in Tabelle 23 und Tabelle 24 zeigen, dass sich bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit die Akteure sowohl in Szenario 1 als auch in Szenario 3 mehrheitlich für Strategie 1 entschieden haben, in Szenario 3 allerdings mehr Akteure als in Szenario 1 Strategie 1 gewählt haben.

Die deskriptiven Ergebnisse bestätigen Unterhypothese 2 bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie stark die zugeteilte Zertifikatmenge in der 2. Handelsperiode reduziert wird) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie stark die zugeteilte Zertifikatmenge in der 2. Handelsperiode reduziert wird) abhängig.

Die Kontingenztafeln sehen wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	28	26	54
Szenario 3	34	20	54
Summe	62	46	108

**Tabelle 25: Kontingenztabelle mit beobachteter absoluter Häufigkeit**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	31	23	54
Szenario 3	31	23	54
Summe	62	46	108

**Tabelle 26: Kontingenztabelle mit erwarteter absoluter Häufigkeit**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84.<sup>465</sup>

Bei einer 1%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,1$ ), d.h. einem 90%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 2,71.<sup>466</sup>

$$X^2 = (28 - 31)^2 / 31 + (26 - 23)^2 / 23 + (34 - 31)^2 / 31 + (20 - 23)^2 / 23 = 1,36325$$

Da  $X^2 < 3,84$  und  $X^2 < 2,71$  ist  $H_0$  sowohl bei einem 95%-igen Signifikanzniveau als auch bei einem 90%-igen Signifikanzniveau gültig.<sup>467</sup>

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest ergibt bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit keine statistisch signifikante Abhängigkeit der Strategieauswahl der Akteure davon, ob die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode stark oder gering reduziert wird. Der berechnete Chi-Quadrat-Wert 1,36325 liegt „knapp“ unter dem kritischen Wert der Testprüfgröße von 2,71. Das Ergebnis könnte daher fast als „grenzwertig signifikant“ bezeichnet werden.

Die deskriptiven Ergebnisse weisen allerdings eine deutliche Tendenz in folgende Richtung auf: Bei einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit

<sup>465</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

<sup>466</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

<sup>467</sup>In diesem Fall wurde der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest bei einem 95%-igen und bei einem 90%-igen Signifikanzniveau durchgeführt, da vermutet wurde, dass bei einem 90%-igen Signifikanzniveau der Chi-Quadrat-Wert über dem kritischen Wert liegen würde.



investieren die Akteure eher in F&E, wenn sie im Voraus wissen, dass die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode stark reduziert werden wird als wenn sie im Voraus wissen, dass die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode hoch sein wird.

2) Vergleich **Szenario 2** ( $p=40\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 40000) mit **Szenario 4** ( $p=40\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 30000). Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 4 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 2.

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
2	10		10	40	4	54
4	11		11	41	2	54
Gesamt	21	0	21	81	6	108

**Tabelle 27: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 2 und Szenario 4, absolute Zahlen**

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
2	19%		19%	74%	7%	100%
4	20%		20%	76%	4%	100%
Gesamt	19%	0%	19%	75%	6%	100%

**Tabelle 28: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 2 und Szenario 3, relative Zahlen**

Die Ergebnisse der Tabelle 27 und Tabelle 28 zeigen, dass sich, bei einer relativ geringen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit, in Szenario 2 in etwa gleich<sup>468</sup> wenige Akteure für Strategie 1 entschieden haben wie in Szenario 4.

Die deskriptiven Ergebnisse führen daher, bei einer relativ niedrigen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit, zu keiner Bestätigung der Unterhypothese 2.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie stark die zugeteilte Zertifikatmenge in der 2. Handelsperiode reduziert wird) unabhängig.

<sup>468</sup>Der Unterschied von 1 Proband bzw. 1% ist zu vernachlässigen.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie stark die zugeteilte Zertifikatmenge in der 2. Handelsperiode reduziert wird) abhängig.

Die Kontingenztabelle sieht wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 2	10	44	54
Szenario 4	11	43	54
Summe	21	87	108

**Tabelle 29: Kontingenztabelle mit beobachteter absoluter Häufigkeit**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 2	10,5	43,5	54
Szenario 4	10,5	43,5	54
Summe	21	87	108

**Tabelle 30: Kontingenztabelle mit erwarteter absoluter Häufigkeit**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>469</sup>.

$$X^2 = (10 - 10,5)^2 / 10,5 + (44 - 43,5)^2 / 43,5 + (11 - 10,5)^2 / 10,5 + (43 - 43,5)^2 / 43,5 = 0,059$$

Da  $X^2 < 3,84$  ist  $H_0$  gültig.

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest bestätigt, dass es, bei einer relativ niedrigen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit, keine statistisch signifikante Abhängigkeit der Strategiewahl der Akteure von der Höhe der Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode gibt.

#### V. Überprüfung der Unterhypothese 3

Unterhypothese 3: Die F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je höher die Wahrscheinlichkeit ist, dass die F&E-Investitionen zu der erfolgreichen Entwicklung einer Umwelttechnologie führen (d.h. je geringer das Risiko eines Misserfolges ist), desto eher investieren Unternehmen in F&E.

<sup>469</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

- 1) Vergleich **Szenario 1** ( $p=60\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 40000) mit **Szenario 2** ( $p=40\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 40000). Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 1 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 2.

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
1	28		28	23	3	54
2	10		10	40	4	54
Gesamt	38	0	38	63	7	108

**Tabelle 31: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 1 und Szenario 2, absolute Zahlen**

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
1	52%		52%	43%	6%	100%
2	19%		19%	74%	7%	100%
Gesamt	35%	0%	35%	58%	6%	100%

**Tabelle 32: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 1 und Szenario 2, relative Zahlen**

Tabelle 31 und Tabelle 32 zeigen, dass sich, bei einer hohen Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode, für Strategie 1 in Szenario 1 deutlich mehr Akteure entschieden haben als in Szenario 2.

Den deskriptiven Ergebnissen zufolge kann daher die Unterhypothese 3 bei einer hohen Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode verifiziert werden.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie hoch die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition ist) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie hoch die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition ist) abhängig.

Die Kontingenztafeln sehen wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	28	26	54
Szenario 2	10	44	54
Summe	38	70	108

**Tabelle 33: Kontingenztabelle mit beobachteter absoluter Häufigkeit**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 1	19	35	54
Szenario 2	19	35	54
Summe	38	70	108

**Tabelle 34: Kontingenztabelle mit erwarteter absoluter Häufigkeit**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>470</sup>.

$$X^2 = (28 - 19)^2 / 19 + (26 - 35)^2 / 35 + (10 - 19)^2 / 19 + (44 - 35)^2 / 35 = 13,15488$$

Da  $X^2 > 3,84$ , ist  $H_0$  nicht gültig.

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest bestätigt bei einer hohen Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode eine statistisch signifikante Abhängigkeit der Strategiewahl von der Höhe der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit.

2) Vergleich **Szenario 3** ( $p=60\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 30000) mit **Szenario 4** ( $p=40\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 30000). Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 3 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 4.

			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
Szenario_ID	S 1	S 1K				
3	34		34	18	2	54
4	11		11	41	2	54
Gesamt	45	0	45	59	4	108

**Tabelle 35: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 3 und Szenario 4, absolute Zahlen**

<sup>470</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
3	63%		63%	33%	4%	100%
4	20%		20%	76%	4%	100%
Gesamt	42%	0%	42%	55%	4%	100%

**Tabelle 36: Gegenüberstellung Strategieauswahl Szenario 3 und Szenario 4, relative Zahlen**

Tabelle 35 und Tabelle 36 zeigen, dass sich, bei einer niedrigen Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode, in Szenario 3 deutlich mehr Akteure als in Szenario 4 für Strategie 1 entschieden haben.

Die deskriptiven Ergebnisse lassen daher die Verifizierung der Unterhypothese 3, bei einer niedrigen Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode, zu.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategieauswahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie hoch die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition ist) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategieauswahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie hoch die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition ist) abhängig.

Die Kontingenztabelle sehen wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 3	34	20	54
Szenario 4	11	43	54
Summe	45	63	108

**Tabelle 37: Kontingenztabelle mit beobachteter absoluter Häufigkeit**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 3	22,5	31,5	54
Szenario 4	22,5	31,5	54
Summe	45	63	108

**Tabelle 38: Kontingenztabelle mit erwarteter absoluter Häufigkeit**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>471</sup>.

$$X^2 = (34 - 22,5)^2 / 22,5 + (20 - 31,5)^2 / 31,5 + (11 - 22,5)^2 / 22,5 + (43 - 31,5)^2 / 31,5 = 20,1523$$

Da  $X^2 > 3,84$ , ist  $H_0$  nicht gültig.

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest bestätigt, bei einer niedrigen Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode, eine statistisch signifikante Abhängigkeit der Strategiewahl von der Höhe der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit.

3) Vergleich **Szenario 5** ( $p=60\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 30000 oder 40000) mit **Szenario 6** ( $p=40\%$ , Zertifikatezuteilung in 2. HP beträgt 30000 oder 40000). Es wird überprüft, ob sich mehr Akteure in Szenario 5 für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 6.

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
5	34		34	18	2	54
6	8		8	43	3	54
Gesamt	42	0	42	61	5	108

**Tabelle 39: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 5 und Szenario 6, absolute Zahlen**

Szenario_ID			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
	S 1	S 1K				
5	63%		63%	33%	4%	100%
6	15%		15%	80%	6%	100%
Gesamt	39%	0%	39%	56%	5%	100%

**Tabelle 40: Gegenüberstellung Strategiewahl Szenario 5 und Szenario 6, relative Zahlen**

Tabelle 39 und Tabelle 40 zeigen, dass sich, bei Unsicherheit der Akteure über die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode, in Szenario 5 deutlich mehr Akteure für Strategie 1 entschieden haben als in Szenario 6.

<sup>471</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

Den deskriptiven Ergebnissen zufolge kann daher die Unterhypothese 3, bei Unsicherheit der Akteure über die Anfangsallokation in der 2. Handelsperiode, verifiziert werden.

Zur induktiven Auswertung der Ergebnisse wird der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie hoch die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition ist) unabhängig.

Alternativhypothese  $H_A$ : Die Strategiewahl ist von der Rahmenbedingung (davon, wie hoch die Erfolgswahrscheinlichkeit der F&E-Investition ist) abhängig.

Die Kontingenztabelle sieht wie folgt aus:

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 5	34	20	54
Szenario 6	8	46	54
Summe	42	66	108

**Tabelle 41: Kontingenztabelle mit beobachteter absoluter Häufigkeit**

Senario / Strategie	Strategie 1	nicht Strategie 1	Summe
Szenario 5	21	33	54
Szenario 6	21	33	54
Summe	42	66	108

**Tabelle 42: Kontingenztabelle mit erwarteter absoluter Häufigkeit**

Bei einer 0,5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 0,05$ ), d.h. einem 95%-igen Signifikanzniveau und  $v=1$  Freiheitsgraden, liegt der kritische Wert der Testprüfgröße bei 3,84<sup>472</sup>.

$$X^2 = (34 - 21)^2 / 21 + (20 - 33)^2 / 33 + (8 - 21)^2 / 21 + (46 - 33)^2 / 33 = 26,34$$

Da  $X^2 > 3,84$ , ist  $H_0$  nicht gültig.

Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest bestätigt, bei Unsicherheit der Akteure über die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode, eine statistisch signifikante Abhängigkeit der Strategiewahl von der Höhe der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit.

## VI. Überprüfung der Unterhypothese 4

<sup>472</sup>Siehe Chi-Quadrat-Verteilungs-Tabelle unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test\\_von\\_Bartlett](http://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test_von_Bartlett), 20.11.05.

Unterhypothese 4: Unternehmen ziehen mehrheitlich eine alleinige F&E-Investition einer F&E-Kooperation vor.

Zur Überprüfung der Unterhypothese 4 wird die Anzahl der Akteure, die in Szenario 7 Strategie 1 gewählt haben, mit der Anzahl der Akteure, die in Szenario 7 Strategie 1K gewählt haben, verglichen.

			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
Szenario_ID	S 1	S 1K				
7	8	38	46	8	0	54
Gesamt	8	38	46	8	0	54

**Tabelle 43: Gegenüberstellung der Auswahl von Strategie 1 mit der Auswahl von Strategie 1K in Szenario 7, absolute Zahlen**

			S 1 Sum	S 2	S 3	Gesamt
Szenario_ID	S 1	S 1K				
7	15%	70%	85%	15%	0%	100%
Gesamt	15%	70%	85%	15%	0%	100%

**Tabelle 44: Gegenüberstellung der Auswahl von Strategie 1 mit der Auswahl von Strategie 1K in Szenario 7, relative Zahlen**

Tabelle 43 und Tabelle 44 zeigen, dass sich, in Szenario 7 deutlich mehr Akteure für Strategie 1K als für Strategie 1 entschieden haben.

Die Unterhypothese 4 muss daher falsifiziert werden.

Da das Ergebnis in Szenario 7 sehr eindeutig ist, wird an dieser Stelle kein Signifikanztest durchgeführt.

### 6.3.1.2 Explikative Ergebnisdarstellung

#### I. Überprüfung der Unterhypothese 5

Unterhypothese 5: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure ihre Entscheidungen mehrheitlich an langfristigen Ergebnissen und nachhaltigen Zielen orientieren.

Zur Überprüfung der Unterhypothese 5 müssen die Ergebnisse von Frage 1 des Fragebogens betrachtet werden.

Frage 1: Welcher Zeitraum/Zeitpunkt der Ergebnisbetrachtung war für Sie besonders relevant?



Anzahl von Proband_ID		
Auswahl	Auswahl_text	Ergebnis
1 (Zeitraum)	05 bis 12	7
	08 bis 12	6
	09 bis 10	1
	09 bis 12	8
1 (Zeitraum) Ergebnis		22
2 (Zeitpunkt)	08 u. 12	2
	12	6
	09 u. 12	1
2 (Zeitpunkt) Ergebnis		9
Gesamtergebnis		31

**Tabelle 45: Langfristigkeit (Zeitraum/Zeitpunkt) als Entscheidungsgrundlage**

Anzahl von Proband_ID		
Auswahl	Auswahl_text	Ergebnis
1 (Zeitraum)	05 bis 08	1
	05 bis 09	8
	08 bis 09	3
1 (Zeitraum) Ergebnis		12
2 (Zeitpunkt)	09	7
	08	3
2 (Zeitpunkt) Ergebnis		10
Gesamtergebnis		22

**Tabelle 46: Kurzfristigkeit (Zeitraum/Zeitpunkt) als Entscheidungsgrundlage**

Tabelle 45 stellt dar, wie viele Akteure Langfristigkeit (Zeitraum / Zeitpunkt) als Entscheidungsgrundlage gewählt haben und Tabelle 46 zeigt, wie viele Akteure Kurzfristigkeit (Zeitraum / Zeitpunkt) als Entscheidungsgrundlage betrachtet haben.<sup>473</sup> Insgesamt gaben **31** Akteure an, sich an **langfristigen** Ergebnissen orientiert zu haben (22 davon haben einen Zeitraum und 9 davon haben einen Zeitpunkt betrachtet) und **22**, sich an **kurzfristigen** Ergebnissen orientiert zu haben (12 davon haben einen Zeitraum und 10 einen Zeitpunkt betrachtet).

Die Unterhypothese 5 kann daher verifiziert werden.

## II. Überprüfung der Unterhypothese 6

<sup>473</sup>Ein Akteur hat keine Angabe bezüglich des betrachteten Zeitraumes bzw. Zeitpunktes gemacht, daher ergibt die Summe des Gesamtergebnisses aus Tabelle 45 und des Gesamtergebnisses aus Tabelle 46 nur 53 und nicht 54.

Unterhypothese 6: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure versuchen, eher die Gewinnchancen zu steigern, als das Verlustrisiko einzuschränken, d.h. sie handeln mehrheitlich risikoaffin.

Zur Überprüfung der Unterhypothese 6 muss Frage 2 des Fragebogens betrachtet werden.

Frage 2: Welche Motivation stand eher hinter Ihren Entscheidungen? Steigerung der Gewinnchancen oder Eingrenzung des Verlustrisikos?

Anzahl von Proband_ID		
Auswahl	Auswahl_text	Ergebnis
1	Gewinn steigern	25
2	Verlust eingrenzen	27
3	Irrelevant	2
Gesamtergebnis		54

**Tabelle 47: Motivation der Strategiewahl (Gewinn steigern vs. Verlust eingrenzen), absolute Zahlen**

Anzahl von Proband_ID		
Auswahl	Auswahl_text	Ergebnis
1	Gewinn steigern	46%
2	Verlust eingrenzen	50%
3	Irrelevant	4%
Gesamtergebnis		100%

**Tabelle 48: Motivation der Strategiewahl (Gewinn steigern vs. Verlust eingrenzen), relative Zahlen**

Tabelle 47 und Tabelle 48 zeigen, dass mehr Akteure das Motiv der Verlusteingrenzung genannt haben, und weniger das Motiv der Gewinnsteigerung. Trotzdem gibt fast die Hälfte der Probanden an, ihre umweltstrategischen Entscheidungen risikoaffin (nach dem Motiv der Gewinnsteigerung) getroffen zu haben.

Die Unterhypothese 6 kann daher streng genommen nicht vollumfänglich bestätigt werden, trotzdem sollte hier der hohe Anteil an risikoaffinen Entscheidungsfindern nicht außer Acht gelassen werden.

Im nach hinein wird in dieser Arbeit keine Abänderung der Hypothesen zu Gunsten der Ergebnisse stattfinden, an dieser Stelle jedoch könnte ein Vorschlag für die Umformulierung der Unterhypothese 6 gemacht werden: Durch die Einführung einer Umweltregulierung versucht ein relevanter Anteil der Akteure, die Gewinnchancen zu steigern.

### III. Überprüfung der Unterhypothese 7

Unterhypothese 7: In Mehrheit der Fälle werden auch nicht-betriebswirtschaftliche Kriterien zur Entscheidungsgrundlage von F&E-Investitionen mit herangezogen.

Zur Überprüfung der Unterhypothese 7 muss Frage 3 des Fragebogens betrachtet werden.

Frage 3: Spielten auch nicht-betriebswirtschaftliche Aspekte (persönliche Karriere, Umweltgedanke, generelle Neigung zu F&E, unternehmerisches Bauchgefühl, etc.) eine Rolle bei Ihren Entscheidungen? Wenn ja, welche?

Anzahl von Proband_ID	
Auswahl	Ergebnis
1 (nicht betriebsw. Aspekte spielten keine Rolle)	18
2 (nicht betriebsw. Aspekte spielten eine Rolle)	36
Gesamtergebnis	54

**Tabelle 49: Nicht-betriebswirtschaftliche Aspekte als Teil der Entscheidungsgrundlage, absolute Zahlen**

Anzahl von Proband_ID	
Auswahl	Ergebnis
1 (nicht betriebsw. Aspekte spielten keine Rolle)	33%
2 (nicht betriebsw. Aspekte spielten eine Rolle)	67%
Gesamtergebnis	100%

**Tabelle 50: Nicht-betriebswirtschaftliche Aspekte als Teil der Entscheidungsgrundlage, relative Zahlen**

Tabelle 49 und Tabelle 50 zeigen, dass für einen überwiegenden Teil der Akteure nicht-betriebswirtschaftliche Aspekte mit eine Rolle bei der Entscheidungsfindung gespielt haben.

Die Unterhypothese 7 wird daher bestätigt.

Tabelle 51 bildet die am häufigsten angeführten nicht-betriebswirtschaftlichen Kriterien ab.

nicht-betriebswirtschaftliches Entscheidungskriterium	Anzahl Probanden
persönliche Karriere	15
Umweltgedanke	13
F&E-Neigung	11
Sonstige	8
unternehmerisches Bauchgefühl	4
langfristiges Denken und Wirtschaften	4
Risikoaversität	2
Risikoaffinität	1

**Tabelle 51: Nicht-betriebswirtschaftliche Entscheidungskriterien**

### 6.3.2 Qualitative Ergebnisse

Die Teilnehmer von CESAS wurden aufgefordert, nach jeder Entscheidung eine ausführliche Begründung anzuführen. Dadurch konnte nicht nur die Willkürlichkeit der Entscheidungen so gut wie ausgeschlossen, sondern auch eine qualitative Datenbasis geschaffen werden.

Die Begründungen der Probanden sind in sich schlüssig und ihren Entscheidungen adäquat. Kein Proband hat sich bei seinen aufeinander folgenden Entscheidungen widersprochen.

Die frei formulierten Begründungen werden im Folgenden für die qualitative Auswertung verwendet. Es wird betrachtet, welche Unterhypothesen durch häufig vorkommende Begründungen unterstützt bzw. nicht unterstützt wurden.

Es muss dabei bedacht werden, dass die in den Tabellen eingetragenen Häufigkeiten der Begründungen nur eine Tendenz bzw. einen ungefähren Richtwert darstellen.<sup>474</sup> Es soll hier keine quantitative Bewertung der qualitativen Ergebnisse vorgenommen werden, sondern Größenordnungen abgebildet und interpretiert werden.

Die qualitative Auswertung wird nicht isoliert dargebracht, vielmehr ist sie als zusätzliche Bewertung der Ergebnisse zu betrachten.

<sup>474</sup>Möglicherweise gibt ein Akteur eine Begründung, die er im vorherigen Szenario angegeben hat, nicht noch einmal an, da er das Gefühl hat, sie schon angegeben zu haben.

Anhand nachfolgender Tabelle ist zu überprüfen, ob die Begründungen<sup>475</sup> der Akteure Unterhypothese 1-3 unterstützen oder nicht. Die linke Spalte bildet ab, wie oft eine bestimmte Begründung von den Probanden für die Auswahl von Strategie 1 angeführt wurde und die rechte Spalte die jeweilige Begründung.

Probanden	Begründung
52	Aufgrund des besten berechneten Ergebnisses (im betrachteten Zeitraum / zum betrachteten Zeitpunkt)
47	Aufgrund der langfristig besseren Ergebnisse
40	Aufgrund der relativ hohen Erfolgswahrscheinlichkeit
30	Aufgrund von grundsätzlichem Interesse an umweltfreundlicher Produktion (ökolog. Grundeinstellung)
26	Aufgrund der Möglichkeit, zusätzliche Gewinne durch Zertifikate- und/oder Technologieverkauf zu realisieren
22	Strategie 3 ist von vorneherein auszuschließen (da stetig neg. Ergebnisse / keine Technologiekaufoption / Zertifikatezukauf zu teuer / keine Mögl. zur Reduktion)
22	Aufgrund des langfristigen, nachhaltigen Denkens und Handelns (im Sinne des Unternehmens)
20	Aufgrund von Risikoaffinität
20	Aufgrund der persönlichen Karriere
17	Aufgrund des Wunsches, vom Zertifikatehandel (Zuteilung und Marktpreis) und vom Wohlwollen anderer Unternehmen möglichst unabhängig zu sein
17	Aufgrund der relativ niedrigen Anfangsallokation (wegen relativ hohem zusätzlichem Zertifikatebedarf / hohem Marktpreis)
11	Aufgrund der kurzfristig besseren Ergebnisse
10	Aufgrund der Unsicherheit bezüglich der Anfangsallokation
6	Aufgrund der besten Zahlen (im betrachteten Zeitraum / zum betrachteten Zeitpunkt)
4	Aufgrund des Strebens nach Technologieführerschaft (Wettbewerbsvorteil)
1	Aufgrund der Möglichkeit, eine umweltfreundliche Technologie verbreiten zu können

**Tabelle 52: Entscheidungsbegründungen Strategie 1, alle Szenarien**

Unterhypothese 1a: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode sicher wissen, dass die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode stark reduziert werden wird, als wenn sie im Voraus nicht sicher wissen, wie viele Zertifikate ihnen in der zweiten Handelsperiode zugeteilt werden.

<sup>475</sup>Die Akteure haben bei jeder Entscheidung zwischen 1 und 6 Begründungen angeführt.

Aus Tabelle 52 geht hervor, dass sich tendenziell mehr Akteure wegen der niedrigen Anfangsallokation („aufgrund der relativ niedrigen Anfangsallokation“) bewusst für Strategie 1 entschieden haben, als wegen einer unsicheren Anfangsallokation („aufgrund der Unsicherheit bezüglich der Anfangsallokation“).

Die Begründungen der Akteure unterstützen daher die Gültigkeit der Unterhypothese 1a.

Unterhypothese 1b: Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der ersten Handelsperiode nicht sicher wissen, wie stark die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der zweiten Handelsperiode reduziert werden wird, als wenn sie sicher wissen, dass die Anzahl an zugeteilten Zertifikaten in der zweiten Handelsperiode nur **schwach** reduziert werden wird.

Wie in Tabelle 52 abgebildet, wurde die Entscheidung für Strategie 1 von den Akteuren tendenziell häufiger mit „aufgrund der Unsicherheit bezüglich der Anfangsallokation“ begründet als mit dem Argument, „aufgrund einer relativ hohen Anfangsallokation“.

Die Gültigkeit der Unterhypothese 1b wird daher von den Begründungen der Probanden unterstützt.

Unterhypothese 2: Die Höhe der Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je stärker die zugeteilten Zertifikate pro Unternehmen in der zweiten Handelsperiode (angekündigter Weise) reduziert werden, desto eher investieren Unternehmen in F&E.

Tabelle 52 zeigt, dass die Entscheidung für Strategie 1 von den Probanden tendenziell häufiger mit „aufgrund der relativ niedrigen Anfangsallokation“ begründet wurde als mit dem Argument, „aufgrund einer hohen Anfangsallokation“.

Die Begründungen der Probanden unterstützen Unterhypothese 2.

Unterhypothese 3: Die F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure eine Rolle: Je höher die Wahrscheinlichkeit ist, dass die F&E-Investitionen zu der erfolgreichen Entwicklung einer Umwelttechnologie führen (d.h. je geringer das Risiko eines Misserfolges ist), desto eher investieren Unternehmen in F&E.

„Aufgrund der relativ hohen Erfolgswahrscheinlichkeit“ steht in Tabelle 52 an 3. Stelle als Begründung der Entscheidung für die Strategie 1, d.h. diese Begründung wurde in den Szenarien mit einer relativ hohen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit sehr häufig angeführt.

Die Unterhypothese 3 wird daher in ihrer Gültigkeit von den Begründungen der Probanden unterstützt.

Anhand der nachfolgenden Tabellen ist zu überprüfen, ob die Begründungen der Akteure Unterhypothese 4 unterstützen oder nicht.

Probanden	Begründung
19	Aufgrund der geringeren (partiellen) Investitionskosten
18	Aufgrund des gemeinsamen (partiellen) Risikos
6	Aufgrund des besten berechneten Ergebnisses (im betrachteten Zeitraum / zum betrachteten Zeitpunkt)
6	Aufgrund der besten Zahlen (im betrachteten Zeitraum / zum betrachteten Zeitpunkt)
5	Aufgrund der Synergieeffekte / des Know-how Transfers
3	Aufgrund der relativ hohen Erfolgswahrscheinlichkeit
3	Aufgrund der langfristig besseren Ergebnisse
3	Aufgrund der kurzfristig besseren Ergebnisse
3	Aufgrund des geringeren (partiellen) Verlustes bei Fehlschlag
3	durch Kooperation stärkerer Einfluss auf Zertifikatehandel (Zertifikatepreise)
2	Aufgrund von grundsätzlichem Interesse an umweltfreundlicher Produktion (ökolog. Grundeinstellung)
2	Aufgrund der Möglichkeit, zusätzliche Gewinne durch Zertifikate- und/oder Technologieverkauf zu realisieren
2	Aufgrund der generellen Sinnhaftigkeit einer F&E-Kooperation
1	Aufgrund des langfristigen, nachhaltigen Denkens und Handelns (im Sinne des Unternehmens)
1	Aufgrund des Strebens nach Technologieführerschaft (Wettbewerbsvorteil)
1	Aufgrund der höher eingeschätzten Erfolgswahrscheinlichkeit

**Tabelle 53: Entscheidungsbegründungen für Strategie 1K (F&E-Investition mit Kooperation), Szenario 7**

Probanden	Begründung
6	Aufgrund des besten berechneten Ergebnisses (im betrachteten Zeitraum / zum betrachteten Zeitpunkt)
2	Aufgrund der relativ hohen Erfolgswahrscheinlichkeit
2	Aufgrund der langfristig besseren Ergebnisse
1	Aufgrund der Möglichkeit, zusätzliche Gewinne durch Zertifikate- und/oder Technologieverkauf zu realisieren
1	Aufgrund der kurzfristig besseren Ergebnisse
1	Aufgrund der persönlichen Karriere

**Tabelle 54: Entscheidungsbegründungen für Strategie 1, Szenario 7**

Unterhypothese 4: Unternehmen ziehen eine alleinige F&E-Investition einer F&E-Kooperation vor.

Tabellen 53 und 54 zeigen, dass die Probanden deutlich mehr Argumente für eine F&E-Kooperation angeführt haben, als für eine alleinige F&E-Investition.

Die Begründungen der Probanden unterstützen daher die Gültigkeit der Unterhypothese 4 **nicht**.

Tabelle 55 ermöglicht die Überprüfung, ob die angeführten Begründungen die Unterthesen 6-8 unterstützen oder ihnen widersprechen.



Probanden	Begründung
148	Aufgrund des besten berechneten Ergebnisses (im betrachteten Zeitraum / zum betrachteten Zeitpunkt)
111	Aufgrund der kurzfristig besseren Ergebnisse
77	Aufgrund der langfristig besseren Ergebnisse
63	Aufgrund von Risikoaversität
62	Aufgrund der persönlichen Karriere
60	Strategie 3 ist von vorneherein auszuschließen (da stetig neg. Ergebnisse / keine Technologiekaufoption / Zertifikatezukauf zu teuer / keine Mögl. zur Reduktion)
54	Aufgrund der zu geringen Erfolgswahrscheinlichkeit in Strategie 1 (unter geg. Rahmenbedingungen)
45	Aufgrund der relativ hohen Erfolgswahrscheinlichkeit
36	Aufgrund von grundsätzlichem Interesse an umweltfreundlicher Produktion (ökolog. Grundeinstellung)
31	Aufgrund des geringeren Verlustes bei Fehlschlag (keine zusätzlichen Kosten für Technologie zu tragen)
28	Aufgrund der Möglichkeit zusätzliche Gewinne durch Zertifikate- und/oder Technologieverkauf zu realisieren
23	Aufgrund der besten Zahlen (im betrachteten Zeitraum / zum betrachteten Zeitpunkt)
23	Aufgrund des langfristigen, nachhaltigen Denkens und Handelns (im Sinne des Unternehmens)
20	Aufgrund von Risikoaffinität
19	Aufgrund der geringeren (partiellen) Investitionskosten
18	Aufgrund der relativ niedrigen Anfangsallokation (dem relativ hohen zusätzlichen Zertifikatebedarf / hohem Marktpreis)
18	Aufgrund des gemeinsamen (partiellen) Risikos
17	Aufgrund des Wunsches, vom Zertifikatehandel (Zuteilung und Marktpreis) und vom Wohlwollen anderer Unternehmen möglichst unabhängig zu sein
17	Aufgrund von Vorsicht bzw. Opportunismus (erst die Entwicklung des Zertifikatehandels bzw. brauchbarer Technologien abwarten)
15	Aufgrund der Unsicherheit bezüglich der Anfangsallokation
5	Aufgrund des Strebens nach Technologieführerschaft (Wettbewerbsvorteil)
5	Aufgrund der Synergieeffekte / des Know-how Transfers
4	Aufgrund des hohen Eigenbedarfs an Zertifikaten (trotz Schadstoffreduktion durch F&E-Investition bleiben zu wenig Zertifikate zum Verkauf übrig)
3	Aufgrund der zu geringen Erfolgswahrscheinlichkeit in Strategie 1 und 2
3	Aufgrund der Möglichkeit, die nicht benötigten Zertifikate verkaufen zu können
3	Aufgrund des geringeren (partiellen) Verlustes bei Fehlschlag
3	durch Kooperation stärkerer Einfluss auf Zertifikatehandel (Zertifikatepreise)
2	Aufgrund der Annahme, dass unter den gegebenen Randbedingungen die Konkurrenten auch nicht in F&E investieren werden
2	Wenn Beförderungsentscheidung nicht bevor stünde, würde Strategie 1 gewählt werden
2	Aufgrund der generellen Sinnhaftigkeit einer F&E-Kooperation
1	Aufgrund der Möglichkeit, eine umweltfreundliche Technologie verbreiten zu können
1	Aufgrund der Annahme, dass unter den gegebenen Randbedingungen die Konkurrenten in F&E investieren werden
1	Aufgrund der höher eingeschätzten Erfolgswahrscheinlichkeit
1	Aufgrund des Fehlens eines geeigneten Kooperationspartners

**Tabelle 55: Entscheidungsbegründung für Strategie 1, 1K, 2, 3, alle Szenarien<sup>476</sup>**

<sup>476</sup>Die grau hinterlegten Felder beziehen sich nur auf Strategie 1K (F&E-Kooperation) in Szenario 7.

Unterhypothese 5: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure ihre Entscheidungen mehrheitlich an langfristigen Ergebnissen und nachhaltigen Zielen orientieren.

Aus Tabelle 55 geht hervor, dass tendenziell mehr Akteure langfristige Motive („aufgrund der langfristig besseren Ergebnisse“, „aufgrund des langfristigen, nachhaltigen Denkens und Handelns im Sinne des Unternehmens“, „aufgrund von grundsätzlichem Interesse an umweltfreundlicher Produktion – ökologischer Grundeinstellung“) für ihre Auswahl der Strategie angegeben haben.

Die Gültigkeit der Unterhypothese 5 wird durch die Begründungen der Akteure deutlich unterstützt.

Unterhypothese 6: Umweltregulierungen führen dazu, dass Akteure versuchen, eher die Gewinnchancen zu steigern, als das Verlustrisiko einzuschränken, d.h. sie handeln mehrheitlich risikoaffin.

Die Akteure haben tendenziell häufiger das Motiv der Risikoaversität („aufgrund von Risikoaversität“, „aufgrund des geringeren Verlustes bei Fehlschlag“) als das Argument der Risikoaffinität („aufgrund von Risikoaffinität“, „aufgrund der Möglichkeit, zusätzliche Gewinne durch Zertifikate- und/oder Technologieverkauf zu realisieren“) genannt.

Die Unterhypothese 6 wird daher in ihrer Gültigkeit durch die Begründungen der Akteure nicht unterstützt.

Unterhypothese 7: In Mehrheit der Fälle werden auch nicht-betriebswirtschaftliche Kriterien zur Entscheidungsgrundlage von F&E-Investitionen mit herangezogen.

Nicht-betriebswirtschaftliche Entscheidungskriterien wie „aufgrund der persönlichen Karriere“, „aufgrund von grundsätzlichem Interesse an umweltfreundlicher Produktion (ökologische Grundeinstellung)“, „aufgrund der Möglichkeit, eine umweltfreundliche Technologie verbreiten zu können“, „aufgrund von Risikoaversität“, „aufgrund von Risikoaffinität“, etc. werden relativ häufig angegeben.

Die Gültigkeit der Unterhypothese 7 wird daher durch die freien Begründungen der Probanden unterstützt.

Die explikativen Ergebnisse und die qualitativen Ergebnisse (freien Begründungen der Akteure) zeigen, dass sich die Entscheidungsfinder nach ihrer Entscheidungsmethode und ihrer Investitionseinstellung unterteilen lassen in:

1. analytische Akteure

Die analytischen Akteure treffen ihre Entscheidungen auf der Basis von numerischen Werten, das heißt auf der Basis von bekannten Zahlen, Annahmen und zusätzlichen Berechnungen.

2. intuitive Akteure

Die intuitiven Akteure treffen ihre Entscheidungen nicht auf der Basis von gegebenen und berechneten Zahlenwerten, sondern aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen mit ähnlichen Situationen

a. intuitive investitionsaffine Akteure

- i. Entscheidungen werden unabhängig von Rahmenbedingungen getroffen

Akteure, welche sich durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels rein intuitiv für F&E-Investitionen zur Entwicklung umweltschonender Basistechnologien entscheiden

- ii. Entscheidungen werden abhängig von Rahmenbedingungen getroffen

Akteure, welche zwar eher dazu neigen, in F&E zur Entwicklung umweltfreundlicher Technologien zu investieren, ihre endgültige Entscheidung jedoch von den konkreten Rahmenbedingungen abhängig machen.

b. Intuitive investitionsaverse Akteure

- i. Entscheidungen werden unabhängig von Rahmenbedingungen getroffen

Akteure, welche sich trotz der Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels rein intuitiv, unabhängig von den Rahmenbedingungen entscheiden, nicht in F&E zu

investieren (z.B. weil sie das Risiko einer umweltschonenden Basisinnovation in jedem Fall als zu hoch ansehen und sich generell eher opportunistisch verhalten, somit hier darauf spekulieren, die Technologie eines anderen Unternehmens später kaufen zu können)

- ii. Entscheidungen werden abhängig von Rahmenbedingungen getroffen

Akteure, welche zwar generell dazu neigen, eher nicht in F&E zur Entwicklung umweltfreundlicher Technologien zu investieren, ihre endgültige Entscheidung jedoch von den konkreten Rahmenbedingungen abhängig machen.

### 3. teilweise analytische und teilweise intuitive Akteure

Akteure, welche ihre Entscheidungen sowohl auf der Grundlage von gegebenen Zahlenwerten und einzelnen Berechnungen als auch auf der Grundlage von nicht numerischen Überlegungen treffen.

## 6.4 Resümee

Die folgenden Tabellen fassen die Ergebnisse der quantitativ-deskriptiven, quantitativ-induktiven, quantitativ-explikativen und der qualitativen Auswertung als Grundlage für die Interpretation im nächsten Abschnitt zusammen:

Hypothese	Quantitative Ergebnisse		Qualitative Ergebnisse	Übereinstimmung quant. u. qual. Ergebnisse
	Bei hoher F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit	Bei niedriger F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit		
UH1a	Falsifiziert, Ergebnis statistisch bestätigt	Verifiziert, Ergebnis statistisch nicht bestätigt	Verifiziert	Ja
UH1b	Verifiziert, Ergebnis statistisch „grenzwertig“ bestätigt	Falsifiziert, Ergebnis statistisch bestätigt	Verifiziert	Ja
UH2	Verifiziert, Ergebnis statistisch „grenzwertig“ bestätigt	Falsifiziert, Ergebnis statistisch bestätigt	Verifiziert	Ja

**Tabelle 56: Hypothesenevaluierung, UH1a, UH1b, UH2**

**Unterhypothese 1a** muss bei einer **hohen** F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit **falsifiziert** werden. Das bedeutet: Wenn die Unternehmen die Erfolgswahrscheinlichkeit für die zu tätigen F&E-Investitionen als **hoch** einschätzen, spielt es keine Rolle, ob ihnen bereits in der 1. Handelsperiode mitgeteilt wird, dass die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode niedrig sein wird, oder ob die Zertifikatezuteilung der 2. Handelsperiode in der 1. Handelsperiode noch nicht kommuniziert wird. Dieses Ergebnis kann mit einer 5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit für alle Unternehmen als gültig angenommen werden, da es statistisch bestätigt wurde.

**Unterhypothese 1a** kann bei einer **niedrigen** F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit **verifiziert** werden. Das bedeutet: Wenn die Unternehmen die Erfolgswahrscheinlichkeit für die zu tätigen F&E-Investitionen als **niedrig** einschätzen, spielt es eine Rolle, ob ihnen bereits in der 1. Handelsperiode mitgeteilt wird, dass die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode niedrig sein wird, oder ob die Zertifikatezuteilung der 2. Handelsperiode in der 1. Handelsperiode noch nicht kommuniziert wird: Die Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der 1. Handelsperiode sicher wissen, dass die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der 2. Handelsperiode **stark** reduziert werden wird, als wenn sie im Voraus nicht sicher wissen, wie viele Zertifikate ihnen in der 2. Handelsperiode zugeteilt werden. Dieses Ergebnis kann für die Mehrheit der Unternehmen als gültig angenommen werden, aber nicht für alle, da es statistisch nicht bestätigt wurde. (Wenn ein Ergebnis statistisch nicht bestätigt wurde, bedeutet es nicht, dass es ungültig ist. Es bedeutet nur, dass es mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit gültig ist bzw. nicht für 95% der Akteure, sondern vielleicht nur für 70% der Akteure zutrifft. Allerdings stellt sich die Frage, wie verlässlich statistische Tests überhaupt sind.<sup>477</sup>)

**Unterhypothese 1b** kann bei einer **hohen** F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit **verifiziert** werden. Das bedeutet: Wenn die Unternehmen die Erfolgswahrscheinlichkeit für die zu tätigen F&E-Investitionen als **hoch** einschätzen, spielt es eine Rolle, ob ihnen bereits in der 1. Handelsperiode mitgeteilt wird, dass die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode hoch sein wird, oder ob die Zertifikatezuteilung der 2. Handelsperiode in der 1.

---

<sup>477</sup> Vgl. Hubbard und Armstrong, 2005.

Handelsperiode noch nicht kommuniziert wird: Die Unternehmen investieren eher in F&E, wenn sie in der 1. Handelsperiode sicher wissen, dass die Anzahl der zugeteilten Zertifikate in der 2. Handelsperiode **schwach** reduziert werden wird, als wenn sie im Voraus nicht sicher wissen, wie viele Zertifikate ihnen in der zweiten Handelsperiode zugeteilt werden. Dieses Ergebnis kann für etwa 80% der Unternehmen als gültig angenommen werden, da es „grenzwertig“ statistisch bestätigt wurde.

**Unterhypothese 1b** muss bei einer **niedrigen** F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit **falsifiziert** werden. Das bedeutet: Wenn die Unternehmen die Erfolgswahrscheinlichkeit für die zu tätigen F&E-Investitionen als **niedrig** einschätzen, spielt es keine Rolle, ob ihnen bereits in der 1. Handelsperiode mitgeteilt wird, dass die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode hoch sein wird, oder ob die Zertifikatezuteilung der 2. Handelsperiode in der 1. Handelsperiode noch nicht kommuniziert wird. Dieses Ergebnis kann mit einer 5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit für alle Unternehmen als gültig angenommen werden, da es statistisch bestätigt wurde.

**Unterhypothese 2** kann bei einer **hohen** F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit **verifiziert** werden. Das bedeutet: Wenn die Unternehmen die Erfolgswahrscheinlichkeit für die zu tätigen F&E-Investitionen als **hoch** einschätzen, spielt es eine Rolle, wie stark die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode reduziert werden wird: Je stärker die zugeteilten Zertifikate pro Unternehmen in der zweiten Handelsperiode (angekündigter Weise) reduziert werden, desto eher investieren Unternehmen in F&E. Dieses Ergebnis kann für etwa 80% der Unternehmen als gültig angenommen werden, da es „grenzwertig“ statistisch bestätigt wurde.

**Unterhypothese 2** muss bei einer **niedrigen** F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit **falsifiziert** werden. Das bedeutet: Wenn die Unternehmen die Erfolgswahrscheinlichkeit für die zu tätigen F&E-Investitionen als niedrig einschätzen, spielt es keine Rolle, wie stark die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode reduziert werden wird. Dieses Ergebnis kann mit einer 5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit für alle Unternehmen als gültig angenommen werden, da es statistisch bestätigt wurde.

Hypothese	Quantitativen Ergebnisse			Qualitativen Ergebnisse	Übereinstimmung quant. u. qual. Ergebnisse
	Bei niedriger Allokation	Bei hoher Allokation	Bei unsicherer Allokation		
UH3	Verifiziert, Ergebnis statistisch bestätigt	Verifiziert, Ergebnis statistisch bestätigt	Verifiziert, Ergebnis statistisch bestätigt	Verifiziert	Ja

**Tabelle 57: Hypothesenevaluierung, UH3**

**Unterhypothese 3** kann bei einer **niedrigen** Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode, bei einer **hohen** Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode und bei **unsicherer** Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode **verifiziert** werden. Das bedeutet: Die F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit spielt bei der F&E-Investitionsentscheidung der Akteure bei jeder Ausgestaltung eine Rolle: Je höher die Wahrscheinlichkeit ist, dass die F&E-Investitionen zu der erfolgreichen Entwicklung einer Umwelttechnologie führen (d.h. je geringer das Risiko eines Misserfolges ist), desto eher investieren Unternehmen in F&E. Dieses Ergebnis kann mit einer 5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit für alle Unternehmen als gültig angenommen werden, da es statistisch bestätigt wurde.



Hypothese	Quantitativen Ergebnisse	Qualitativen Ergebnisse	Übereinstimmung quant. u qual. Ergebnisse
UH4	Falsifiziert	Falsifiziert	Ja
UH5	Verifiziert	Verifiziert	Ja
UH6	Falsifiziert „grenzwertig“	Falsifiziert	Ja
UH7	Verifiziert	Verifiziert	Ja

**Tabelle 58: Hypothesenevaluierung, UH4, UH5, UH6, UH7**

**Unterhypothese 4** muss **falsifiziert** werden. Das bedeutet, dass Unternehmen mehrheitlich eine F&E-Kooperation einer alleinigen F&E-Investition vorziehen.

**Unterhypothese 5** kann **verifiziert** werden. Das bedeutet, dass Umweltregulierungen dazu führen, dass Akteure ihre Entscheidungen mehrheitlich an langfristigen Ergebnissen und nachhaltigen Zielen orientieren.

**Unterhypothese 6** muss **falsifiziert** werden. Die Falsifizierung kann allerdings als „**grenzwertig**“ betrachtet werden. Das bedeutet: Umweltregulierungen führen zwar nicht zwangsläufig dazu, dass die Unternehmen mehrheitlich ihre Gewinnchancen steigern, aber zumindest dazu, dass fast die Hälfte der Unternehmen risikoaffin handeln.

**Unterhypothese 7** kann **verifiziert** werden. Das bedeutet, dass die meisten Akteure ihre F&E-Investitionsentscheidungen auch auf der Grundlage von nicht-betriebswirtschaftlichen Kriterien treffen.

## 7 Interpretation der Ergebnisse

In diesem Abschnitt wird, gestützt auf die Ergebnisse der Untersuchung, eine Antwort auf die wissenschaftliche Fragestellung dieser Arbeit gegeben. Gleichwohl wird dabei auf Grenzen der Untersuchungsvalidität eingegangen. Abschließend werden aus den Ergebnissen der Untersuchung Empfehlungen für die Praxis abgeleitet.

### 7.1 *Evaluierung der wissenschaftlichen Fragestellung*

Die zu Beginn dieser Arbeit formulierte, wissenschaftliche Fragestellung lautet:

Ist die Hypothese von Porter zutreffend, dass die Einführung von Umweltregulierungen (wie der CO<sub>2</sub>-Emissionshandel) **bei richtiger Ausgestaltung** Unternehmen veranlassen, in Forschung und Entwicklung zu investieren?

Die wissenschaftliche Fragestellung wird mit „Ja“ beantwortet.

Den Ergebnissen dieser Arbeit zufolge, werden Unternehmen durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels veranlasst, in Forschung und Entwicklung zu investieren. Die Ausgestaltung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels ist dabei von Bedeutung. Es gibt Designformen, bei welchen die Unternehmen mehrheitlich dazu neigen, in Forschung und Entwicklung zu investieren, und, Designformen, bei welchen weniger Unternehmen zu einer F&E-Investition neigen.

Die Höhe der abgeschätzten Erfolgswahrscheinlichkeit für die von einem Unternehmen zu tätigen F&E-Investitionen, spielt eine wichtige Rolle bei der Entscheidung für oder gegen eine F&E-Investition.

Trotzdem können die Rahmenbedingungen die Innovationsentscheidung zusätzlich fördern oder hemmen (sowohl, wenn die Erfolgswahrscheinlichkeit als hoch, als auch, wenn die Erfolgswahrscheinlichkeit als niedrig eingeschätzt wird). Die Ausgestaltungsform kann den Innovationsgrad erhöhen oder verringern. Darauf, welche Rahmenbedingungen den Innovationsgrad am stärksten fördern, wird in Kapitel 7.3 eingegangen.

Bei einer über 50%-igen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit investieren 52%-63% der Akteure in F&E und bestätigen damit die Haupthypothese. Auch wenn die Haupthypothese in den Szenarien mit einer unter 50%-igen F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit – streng genommen – nicht bestätigt wird, haben sich immerhin in diesen Szenarien 15%-20% der Probanden für eine F&E-Investition entschieden.

Die Untersuchung (CESAS) zeigt, dass wenn die Möglichkeit einer F&E-Kooperation besteht, 70% der Akteure diese Möglichkeit wahrnehmen, auch wenn das Gesamtrisiko für den Misserfolg (auf dem Informationsblatt) als 10% höher angegeben wird<sup>478</sup> als bei einer alleinigen F&E-Investition (das Risiko des Scheiterns der Kooperation durch das Fehlen einer Konsensfindung ist in das Gesamtrisiko einzukalkulieren). Die Akteure ignorieren die zusätzliche Information über die niedrigere Erfolgswahrscheinlichkeit bei einer F&E-Kooperation<sup>479</sup>. Im Vordergrund ihrer Entscheidungen für eine F&E-Kooperation steht die Partialisierung der Investitionskosten. In Szenario 7 sind die Rahmenbedingungen so ausgestaltet, dass die Zertifikatezuteilung in der zweiten Handelsperiode nur schwach reduziert werden wird, und, die Akteure dies im Voraus wissen. Trotzdem entscheiden sich aufgrund der zusätzlichen Möglichkeit einer F&E-Kooperation insgesamt 85% für eine F&E-Investition. Offensichtlich ist die Mehrzahl der Akteure eher geneigt, gemeinsam mit anderen Akteuren eine teure, unsichere Investition zu tätigen, als alleine ein F&E-Investitionsrisiko einzugehen. Hier dürfte die wohl psychisch gelagerte Neigung, eine phantasierte Teilungschance der Risikoangst sachgerechten Überlegungen vorzuziehen, den Ausschlag geben (real wäre die Kooperation mit zunehmender Teilnehmerzahl schlicht risikosteigernd einzustufen).

Es fällt auf, dass, in allen Szenarien von CESAS, jeweils von den Probanden, welche nicht Strategie 1 „Sofort in F&E investieren“ gewählt haben, sehr wenige Probanden Strategie 3 „Jährlich Zertifikate zukaufen“ gewählt haben. Das bedeutet, dass die Akteure generell dem Einsatz von nachhaltigen, Schadstoff reduzierenden Technologien zustimmen, und, auch bereit wären, diese gegen

---

<sup>478</sup>Siehe Informationsblatt Szenario 7 im Anhang.

<sup>479</sup>Das bewusste Ignorieren der Information ist durch ihre Begründungen nachvollziehbar: sie argumentieren für die Auswahl der F&E-Kooperation mit „geringerem“ Risiko, obwohl das Risiko insgesamt als höher angegeben wird).

bestimmte Kosten anzuschaffen, das Risiko einer Selbsterstellung ihnen aber zu hoch ist.

Daher ist es nicht der Fall, dass diese Akteure auf ihren bisherigen Innovationspfad beharren, sie schließen allerdings eine Strategie der eigenständigen Entwicklung von neuen, umweltverträglichen Basistechnologien aus.

Die empirische Untersuchung indiziert, dass das Innovationsverhalten der Akteure sich durch die Einführung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels ändert. Die Probanden orientierten sich durch die Umweltregulierung – trotz einer bevorstehenden Karriereentscheidung in 5 Jahren – stärker an langfristigen Zielen und verhielten sich auffällig<sup>480</sup> risikofreudig. (Es wird hier, auf der Grundlage von zahlreichen Studien von Kahneman und Tversky, davon ausgegangen, dass sich Akteure normalerweise risikoscheu und kurzfristig verhalten.)<sup>481</sup>

Das bei der Untersuchung am häufigsten genannte nicht-betriebswirtschaftliche Entscheidungskriterium ist die „persönliche Karriere“ und das am zweithäufigsten genannte nicht-betriebswirtschaftliche Entscheidungskriterium ist der „Umweltgedanke“. Das bedeutet, dass die persönliche Karriere sehr wohl eine wichtige Rolle bei der F&E-Investitionsentscheidung spielt. Viele Probanden waren allerdings der Ansicht, dass eine nachhaltige Entscheidung letztlich auch die Karriere fördert, weil für ihre Performancebeurteilung langfristig im Sinne des Unternehmens gehandelt wurde.

Ungefähr 30% der Probanden haben sich nur oder zumindest teilweise auf der Grundlage von Berechnungen<sup>482</sup> entschieden. Unter 10% der Probanden haben ihre Entscheidungen ausschließlich aufgrund von „unternehmerischem Bauchgefühl“ getroffen. Der Großteil der Probanden hat die Auswahl der Emissionshandelsstrategie intuitiv, unter selektiver Einbeziehung der vorhandenen Informationen und Zahlen, getroffen.

---

<sup>480</sup>Fast die Hälfte der Probanden trafen risikofreudige Entscheidungen.

<sup>481</sup>Vgl. Kahneman und Tversky, 1979.

<sup>482</sup>Da die Berechnungen auf der Basis von getroffenen Annahmen durchgeführt wurden, sind sie nur Schätzwerte.

## **7.2 Grenzen der Untersuchung**

Eine Untersuchung zur Ermittlung der bereits überlegten Emissionshandelsstrategien der einzelnen Unternehmen, wäre nicht möglich gewesen, da die Unternehmen ihre eigene Strategie nicht kommunizieren wollen.<sup>483</sup> Dadurch musste eine alternative Untersuchungsmöglichkeit entwickelt werden.

Durch die Methode des „Laborexperiments“ wurden die Probanden als Entscheidungsträger eines fiktiven Unternehmens mit realistischen Zahlen und Entwicklungen in eine weitestgehend realitätsadäquate Situation versetzt. Auf diese Weise konnten ihre Entscheidungspräferenzen und Neigungen untersucht werden ohne, dass die zukünftige Emissionshandelsstrategie ihres Unternehmens preisgegeben war.

Trotzdem unterscheidet sich eine nachgestellte, künstliche Situation von einer realen. In CESAS wird die Rolle der Probanden sehr exakt beschrieben und alle notwendigen Informationen sind in die Anleitung integriert. Aspekte, wie die Entscheidung über die Entwicklung der persönlichen Karriere des Entscheidungsträgers wurden zusätzlich eingebaut, um den Entscheidungsdruck zu vergrößern und einen Interessenkonflikt herbeizuführen. Auch wenn die zusätzlichen Komponenten die Strategiewahl in CESAS erschweren, ist der Druck in einer echten Entscheidungssituation dieser Wichtigkeit aus mehreren Gründen dennoch viel größer.

Es wäre nicht möglich gewesen, CESAS mit den leitenden Geschäftsführern (COOs) von Unternehmen durchzuführen. Daher wurden für die Untersuchungsgruppe 1 bzw. die Experten 1 (Personen, die in Unternehmen arbeiten, welche CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen und vom Zertifikatehandel betroffen sind bzw. sein werden) Probanden ausgewählt, welche in der Corporate Controllingabteilung tätig sind und direkt an den Vorstand berichten. D.h. sie treffen eine Vorauswahl der Strategie und bereiten die Entscheidung für den COO vor. Der COO trifft aber die endgültige Auswahl der Strategie. Für die

---

<sup>483</sup>Ungeachtet dessen, ob die Unternehmen tatsächlich eine diesbezügliche Strategie für die nächsten Jahre definiert haben.

Untersuchung dieser Arbeit konnten daher nicht die Entscheidungen der COOs, sondern nur die Entscheidungen der darunter liegenden Managementebene herangezogen werden.

Die Informationen sind in CESAS als Entscheidungsbasis für die Probanden sehr gründlich aufbereitet. Es ist fraglich, ob die Informationsaufbereitung in der Realität auch so ausführlich stattfinden wird/stattfindet. Möglicherweise werden die Emissionshandelsentscheidungen in der Realität auf der Basis von wenigen, schlecht aufbereiteten Informationen getroffen (werden), da dieser Entscheidung nicht genügend Wichtigkeit beigemessen wird bzw. die Entscheidung unter hohem Druck und mit zu wenig Zeit getroffen werden muss.

Für CESAS mussten viele Annahmen getroffen werden, die zwar auf dem momentanen Stand der Kenntnis zutreffen könnten, sich aber doch, aufgrund von noch unbekanntem Faktoren, anders entwickeln könnten.

Die Durchführung von CESAS ist besonders zeitaufwendig. Daher konnte die Untersuchung nur mit einer beschränkten Gesamtanzahl an Probanden und kleinen Gruppen gespielt werden. Natürlich könnte bei Steigerung der Gesamtanzahl der Probanden und Gruppen die Repräsentativität des Ergebnisses weiter erhöht werden.

### **7.3 Empfehlungen für die Praxis**

Da Porter in seiner Hypothese die Nebenbedingung der „richtigen Ausgestaltung“ aufstellt, wurden in CESAS auch verschiedene Ausgestaltungsformen und ihre Wichtigkeit für die F&E-Investitionsentscheidung untersucht.

Es erscheint sinnvoll, Empfehlungen für die Praxis bezüglich der innovationsfördernden CO<sub>2</sub>-Emissionshandelsausgestaltungsformen abzugeben, da einige Rahmenbedingungen des Emissionshandels für die weitere Entwicklung (vor allem die zweite Handelsperiode von 2008-2012) noch nicht feststehen.

Den Ergebnissen der Durchführung von CESAS ist zu entnehmen, dass die Gewissheit über die Zertifikatezuteilung und die Höhe der Zertifikatezuteilung, Einfluss auf den erzielten Innovationsgrad nehmen. Je nachdem, ob die

Umweltbehörde die Höhe der Allokation in der 2. Handelsperiode bereits bestimmt hat, oder nicht, werden folgende Ausgestaltungsempfehlungen für die Praxis konzipiert:

**1) Soweit die Zertifikatezuteilung der 2. Handelsperiode von der Umweltbehörde noch nicht fixiert wurde:**

**Der höchste Innovationsgrad kann gefördert werden, wenn die Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode stark reduziert wird und dies den am Emissionshandel teilnehmenden Unternehmen am Beginn der 1. Handelsperiode kommuniziert wird:**

Sowohl Unternehmen, welche die Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer zu tätigenen F&E-Investitionen zur Entwicklung von umweltverträglichen Basistechnologien als **hoch** einschätzen als auch Unternehmen, welche die Erfolgswahrscheinlichkeit als **niedrig** einschätzen, investieren am ehesten in F&E, wenn sie im Voraus wissen, dass die Zertifikatezuteilung stark reduziert werden wird.

**2) Wenn von der Umweltbehörde bereits bestimmt wurde, dass in der 2. Handelsperiode nur eine *schwache* Reduktion der Zertifikatezuteilung erfolgen wird, sollte die Höhe der Zertifikatezuteilung der 2. Handelsperiode nicht im Voraus kommuniziert werden, um den höchstmöglichen Innovationsgrad nicht zu gefährden:**

Unternehmen, welche die Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer zu tätigenen F&E-Investitionen zur Entwicklung von umweltschonenden Basistechnologien als **hoch** einschätzen, investieren eher in F&E, wenn sie im Voraus über die Höhe der weiteren Zertifikatezuteilung nicht Bescheid wissen, als wenn sie im Voraus wissen, dass die Zertifikatezuteilung nur schwach reduziert werden wird.

Für Unternehmen, welche die Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer zu tätigenen F&E-Investitionen zur Entwicklung von umweltverträglichen Basistechnologien als **niedrig** einschätzen spielt es keine Rolle, ob sie im Voraus Bescheid wissen, dass die Zertifikatezuteilung nur schwach reduziert werden wird, oder nicht.

- 3) Wenn von der Umweltbehörde bereits bestimmt wurde, dass in der 2. Handelsperiode eine *starke* Reduktion der Zertifikatezuteilung erfolgen wird, sollte die Höhe der Zertifikatezuteilung in der 2. Handelsperiode im Voraus kommuniziert werden, um den höchstmöglichen Innovationsgrad zu fördern:**

Unternehmen, welche die Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer zu tätigenen F&E-Investitionen zur Entwicklung von umweltverträglichen Basistechnologien als **niedrig** einschätzen, investieren eher in F&E wenn sie im Voraus wissen, dass die Zertifikatezuteilung stark reduziert werden wird, als wenn sie über die Höhe der Zertifikatezuteilung im Voraus nicht Bescheid wissen.

Für Unternehmen, welche die Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer zu tätigenen F&E-Investitionen zur Entwicklung von umweltverträglichen Basistechnologien als **hoch** einschätzen, spielt es keine Rolle ob sie im Voraus Bescheid wissen, ob die Zertifikatezuteilung stark reduziert werden wird oder nicht.

Eine weitere Empfehlung für die Praxis bezieht sich nicht auf die Ausgestaltungsform des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels, sondern auf die Erkenntnis aus dieser Untersuchung, dass die Akteure eine starke Neigung zu F&E-Kooperationen aufweisen:

- 4) F&E-Kooperationen sollten vom Staat stark unterstützt und gefördert werden (nicht nur finanziell, sondern auch durch das Zusammenführen geeigneter Kooperationspartner beispielsweise durch Agenturen, Veranstaltungen, etc.).**



## 8 Abschließende Reflexion

Da die wissenschaftliche Fragestellung, ob die Einführung von Umweltregulierungen (wie der CO<sub>2</sub>-Emissionshandel), bei richtiger Ausgestaltung, Unternehmen veranlassen, in Forschung und Entwicklung zu investieren, insgesamt mit „ja“ beantwortet wurde, könnten praxisbezogene Reflexionen darauf von Interesse sein.

Die befragten Experten meinten, die Industrieunternehmen hätten für die erste Handelsperiode scheinbar ausreichend Zertifikate (wenn nicht sogar mehr Zertifikate als benötigt) zugeteilt bekommen. Vermutlich würden daher die Industrieunternehmen vorerst keine zwingende Notwendigkeit sehen, in neue Technologien zu investieren. Ein hoher Zertifikatebedarf bestünde hingegen bei den Energieunternehmen. Es sei denkbar, dass Unternehmen aus dieser Branche bald in umweltschonende Technologien investieren würden, falls sie nicht schon präventiv diese Strategie gewählt hätten.

Es stellen sich hier entsprechende Fragen wie: Warum wurden den Industrieunternehmen mehr Zertifikate zugeteilt, als sie benötigen? Sollte nicht für jedes Unternehmen die ausgestoßene CO<sub>2</sub>-Menge bestimmt werden, und diese Menge dann um einen gewissen Prozentsatz verringert werden? Wie ist es möglich, dass die Industrieunternehmen sich einen so großen Spielraum bei der Bestimmung ihres CO<sub>2</sub>-Emissionsausstoßes schaffen konnten, dass sie im Endeffekt über mehr Zertifikate verfügen, als sie tatsächlich benötigen? Wie konnte es Unternehmen ermöglicht werden, ihren CO<sub>2</sub>-Emissionsausstoß sogar noch zu erhöhen ohne, zusätzliche Kosten zu tragen?

Wie durch die Porter-Hypothese angenommen und durch die Ergebnisse von CESAS hier bestätigt, spielt die Ausgestaltung des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels für F&E-Investitionen eine wichtige Rolle. Der Zertifikatehandel kann auf eine Weise ausgestaltet werden, dass der Innovationsgrad unbedeutend niedrig bleibt oder, auf eine Weise entworfen werden, dass der Grad der Innovation stark genug steigt, um die Umweltziele zu erreichen. Wenn die Anfangsallokation nicht kostenlos erfolgen würde, sondern über Versteigerungen stattfinden würde, wäre der CO<sub>2</sub>-Emissionshandel noch viel effizienter. Leider ist diese Ausgestaltungsform aus politischen Gründen schwer

durchsetzbar und wurde daher in der Praxis verworfen. Die momentane Ausgestaltung der ersten Handelsperiode des Zertifikatehandels bietet viele „Schlupflöcher“. Die Unternehmen versuchen diese wahrzunehmen, wann immer sie dies als möglich erachten. Die erste Handelsperiode kann als eine Art „Probe- oder Vorperiode“ betrachtet werden. Sie sollte aber nicht nur den Unternehmen Gelegenheit geben, sich mit dem CO<sub>2</sub>-Emissionshandel vertraut zu machen, sondern auch dem Staat ermöglichen, die Schwächen des Handelssystems zu erkennen und diese Erkenntnis in die Gestaltung der zweiten Handelsperiode zu integrieren.

Fazit: Der Zertifikatehandel kann, wenn er richtig ausgestaltet ist, Unternehmen dazu veranlassen in die Entwicklung umweltverträglicher Technologien zu investieren. Durch eine falsche Ausgestaltung durch die verantwortlichen Behörden kann ein solches Ziel allerdings verfehlt werden.

Die Untersuchung der vorliegenden Arbeit musste, nachdem der länderübergreifende Emissionshandel gerade erst eingeführt wird, ex-ante durchgeführt werden. Es wäre interessant, am Ende der ersten Handelsperiode eine ex-post Untersuchung (welcher Prozentsatz der am Emissionshandel betroffenen Unternehmen tatsächlich in neue Technologien investiert haben bzw. neue Technologien entwickelt haben) durchzuführen und die Ergebnisse mit der ex-ante Untersuchung zu vergleichen.

Eine weitere Möglichkeit wäre, am Beginn der zweiten Handelsperiode eine ähnliche Untersuchung, wie CESAS durchzuführen, und zu betrachten, ob sich dann die Probanden, durch ihre Erfahrungen, anders verhalten als am Beginn der ersten Handelsperiode.

\* \* \* \* \*

Solange eine Klärung der grundsätzlichen Frage ausständig bleibt, wie weit die Politik in einer Demokratie verpflichtet sei, der profitbasierten – auch globalen – Expansion des Kapitals sozialkonforme Orientierung aufzuerlegen, kann (und muss) sich der Schutz der Umwelt auf folgende Möglichkeiten konzentrieren:

1. Die aus dem Besitz selbst ethisch-mental abzuleitende soziale Fürsorgepflicht bringt im relevanten Umfang ökologische Eigeninitiativen der Wirtschaft hervor.

2. Es werden Bereiche sichtbar (gemacht), die, in für die Wirtschaft vertretbarer, relativ kurzer Zeitperspektive, – streckenweise – die Amalgamierung ökonomischer und ökologischer Interessen **rechnerisch** nahe legen.

Diese Arbeit versuchte zum letzteren beizutragen.

## Literaturverzeichnis

Albrecht, J.A.: Environmental Regulation, Comparative Advantage and the Porter Hypothesis, Working Paper No. 59.98, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 1998.

Albrecht, J.: Policy instruments and incentives for environmental R&D – A market-driven approach, Working Paper No. 17.99, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 1999.

Alpay, S.: Can Environmental Regulations be Compatible with Higher International Competitiveness? – Some New Theoretical Insights, Working Paper No. 56.01, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2001.

Alpbach European Forum: Kyoto-Technology Pull / Location Push, Technology Symposium, 2003.

Ambec, S., Philippe, B.: A theoretical foundation of the Porter hypothesis, in: Economic Letters, 2002, Vol. 75, S. 355-360.

Ashford, N.A.: An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 67-107.

Ayres, U.: On Green Technology: A Framework for Evaluation, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 11-28.

Barreto, L., Kypreos, S.: Emission trading and technology deployment in an energy-systems “bottom-up” model with technology learning, in: European Journal of Operational Research, 2004, Vol. 158, S. 243-261.

Bauman, Y.: A General Approach to Firm Incentives for Technological Change in Pollution Control, Working Paper, University of Washington D.C., 2002.

Beckenbach, F., Nill, J.: Ökologische Innovation aus Sicht der evolutorischen Ökonomik, in: Beckenbach, F. u.a. (Hrsg.) : Innovationen und Nachhaltigkeit, Jahrbuch ökologische Ökonomik Band 4, Marburg (Metropolis Verlag), 2005, S. 63-85.

Beckenbach, F. u.a. (Hrsg.): Innovationen und Nachhaltigkeit, Jahrbuch ökologische Ökonomik Band 4, Marburg (Metropolis Verlag), 2005.

Becker, W., Dietz, J.: R&D Cooperation and Innovation Activities of Firms – Evidence for the German Manufacturing Industry, in: Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe, Beitrag Nr. 222, Universität Augsburg, 2002.

Beise, M., Rennings, K.: Lead markets and regulation – A framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations, in: Ecological Economics, 2005, Vol. 52, S. 5-17.

Berman, E., Bui, L.: Environmental Regulation and Productivity: Evidence from Oil Refineries, in: Review of Economics and Statistics, 2001, Vol. 83, Nr. 3, S. 498-510.

Bleymüller, J., Gehlert, G., Gülicher, H.: Statistik für Wirtschaftswissenschaftler, 14. Auflage, München (Vahlen Verlag), 2004.

Blumer, H.: Der methodologische Standort des symbolischen Interaktionismus, in: Arbeitsgruppe Bielefelder Soziologen (Hrsg.): Alltagswissen, Interaktion und gesellschaftliche Wirklichkeit 1, Opladen (Westdeutscher Verlag), 1981, S. 80-101.

Bockamp, S. u.a.: Technik der CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung, in: Lucht, M., Spangardt, G. (Hrsg.): Emissionshandel – Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Berlin/Heidelberg/New York (Springer Verlag), 2005, S. 153-175.

Boyd, G.A. und Karlson, S.H.: The impact of energy prices on technology choice in the United States steel industry, in: The Energy Journal, 1993, Vol. 14, No. 2, S. 47-57.

Boyd, G., McClelland, J.: The Impact of Environmental Constraints on Productivity Improvement in Integrated Paper Plants, in: Journal of Environmental Economics and Management, 1999, Vol. 38, S. 121-142.

Boyd, G., Pang, J.: Estimating the Linkage between Energy Efficiency and Productivity, in: Energy Policy, 2000, Vol. 28, S. 289-296

Bradely, P.C., Thomas, A.L.: Bayes and empirical Bayes methods for data analysis, London u.a. (Chapman & Hall/CRC), 1998.

Brännlund, R.: Präsentation Porter-Hypothese – The connection between environmental policy and competitiveness, Working Paper, Umea University, 2001.

Bromiley, P., James-Wade, S.: Putting Rational Blinders Behind Us – Behavioural Understandings of Finance and Strategic Management, in: Long Range Planning Journal, 2003, Vol. 36, S. 37-48.

Brunnermeier, S.B., Cohen, M.A.: Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries, in: Journal of Environmental Economics and Management, 2003, Vol. 45, S. 278-293.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: Nationaler Zuteilungsplan für Österreich gemäß § 11 EZG, 2004.

Buonanno, P. u.a.: Emission Trading Restrictions with Endogenous Technological Change, in: International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, 2001, Vol. 1, No. 3, S. 379-396.

Butzengeiger, S., Michaelowa, A.: Greenhouse Gas Emissions Trading in the European Union – Background and Implementation of a “New” Climate Policy Instrument, in: Intereconomics, 2004, Vol. 39, No. 3, S. 116.

Cadot, O. und Sinclair-Desgagne, B.: Environmental Standards and Industrial Policy, in: Journal of Environmental Economics and Management, 1995, Vol. 29, No. 2, S. 228-237.

Carraro, C.: Environmental Technological Innovation and Diffusion, in: Folmer, H. u.a. (Hrsg.): Frontiers of Environmental Economics, Cheltenham (Elgar Verlag), 2001, S. 342-370.

Carraro, C. und Siniscalaco, D.: Environmental Policy Reconsidered – The Role of Technological Innovation, in: European Economic Review, 1994, Vol. 38, No. 3-4, S. 545-554.

Carraro, C. und Soubeyran, A.: Environmental Policy and the Choice of Production Technology, in: Carraro, C. u.a. (Hrsg.): Environmental Policy and Market Structure, Dordrecht u.a. (Kluwer Academic Publishers Verlag), 1996, S. 151-180.

Chander, P.: The Kyoto-Protocol, Working Paper No. 72.99, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 1999.

Ciorba, U., Lanza, A., Pauli, F.: Kyoto protocol and emission trading, Working Paper 90.01, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2001.

Cleff, T. und Rennings, K.: Besonderheiten und Determinanten von Umweltinnovationen – Empirische Evidenz aus dem Mannheimer Innovationspanel und einer telefonischen Zusatzbefragung, in: Klermmer, P. (Hrsg.): Innovationen und Umwelt – Fallstudien zum Anpassungsverhalten in Wirtschaft und Gesellschaft, Berlin (Analytica-Verlag), 1999, S. 361-382.

Cohen, W.M., Levinthal, D.: Innovation and learning – The two faces of R&D, in: Economic Journal, 1989, Vol. 99, No. 397, S. 569-596.

Cohen, W.M., Levinthal, D.: Absorptive capacity – A new perspective on learning and innovation, in: Administrative Science Quarterly, 1990, Vol. 35, No. 1, S. 128-152.



Cohen, W.M.: Empirical studies of innovative activity, in: Stoneman, P. (Hrsg.): Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, Oxford u.a. (Blackwell Verlag), 1995, S. 182-264.

Conlisk, J.: Why Bounded Rationality?, in: Journal of Economic Literature, 1996, Vol. 34, No. 2, S. 669-700.

Dienhart, M.: Strategien für den Zertifikatehandel – Beispiele der Umsetzung, Verband Kommunaler Unternehmen, Infotag CO2-Emissionshandel – Strategie und Umsetzung, 24.-25. Mai 2004, Berlin, 2004.

Dosi, G.: Technological paradigms and technological trajectories – A suggested interpretation of the determinants and directions of technological change, in: Research Policy, 1982, Vol. 11, No. 3, S. 147-162.

Dosi, G.: Sources, procedures and microeconomic effects of innovation, in: Journal of Economic Literature, 1988, Vol. 26, S. 1120-1171.

Dosi, G.: The Nature of the Innovative Process, in: Dosi, G. u.a. (Hrsg.): Technical change and economic theory, 2. Aufl., London u.a., (Pinter Verlag), 1990, S. 221-238 (zit. 1990a).

Dosi, G. u.a. (Hrsg.): Technical change and economic theory, 2. Aufl., London u.a., (Pinter Verlag), 1990 (zit. 1990b).

Duchin, F.: Reducing Pressures on the Environment – Forward-Looking Solutions and the Role of Formal Models, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 153-171.

Dupuy, D.: Technological Change and Environmental Policy – The Diffusion of Environmental Technology, in: *Growth and Change*, 1997, Vol. 28, No. 1, S. 49-66.

Egidi, M.: Colloquium with H. A. Simon, in: Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, Aldershot, Hants u.a. (Edward Elgar Verlag), 1992, S. 8-36 (zit. 1992a).

Egidi, M.: Organizational Learning, Problem Solving and the Division of Labour, in: Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, Aldershot, Hants (Edward Elgar Verlag), 1992, S. 148-173 (zit. 1992b).

Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*, Aldershot, Hants (Edward Elgar Verlag), 1992.

Fama, F.E.: Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance, in: *Journal of Financial Economics*, 1998, Vol 49, S. 283-306.

Faucheux, S.: Environmental Policy and Technological Change – Towards Deliberative Governance, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): *Innovation-oriented Environmental Regulation*, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 153-171.

Fischer, C., Parry I.W.H., Pizer, W.A.: Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation is Endogenous, in: *Journal of Environmental Economics and Management*, 2003, Vol. 45, No. 3, S. 523-545.

Frankfurter, G.M., McGoun, E.G.: Resistance is futile – The assimilation of behavioral finance, in: Journal of Economic Behavior & Organization, 2002, Vol. 48, S. 375-389.

Freeman, C., Soete, L.: The Economics of Industrial Innovation, London u.a. (Pinter Verlag), 1997.

Gardner, M.P., Raj, S.P.: Responses to Commercials in Laboratory versus Natural Settings – A Conceptual Framework, in: Advances in Consumer Research, 1983, Vol. 10, No. 1, S. 142-146.

Gibbons, R.: An introduction to applicable game theory, in: Journal of Economic Perspectives, 1997, Vol. 11, No. 1, S.127-149.

Gigerenzer, G.: The Adaptive Toolbox, in: Gigerenzer, G., Selten R. (Hrsg.): Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Cambridge, MA (The MIT Press), 2002, S. 37-50.

Gigerenzer, G., Selten R. (Hrsg.): Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Cambridge, MA u.a. (The MIT Press), 2002.

Gleich, A., von, u.a.: Innovationsrichtung und Vorsorgeprinzip, in: Beckenbach, F. u.a. (Hrsg.): Innovationen und Nachhaltigkeit, Jahrbuch ökologische Ökonomik Band 4, Marburg (Metropolis Verlag), 2005, S. 201-223.

Godby, R.W., Mestelman S., Muller, R.A.: Experimental Tests of Market Power in Emission Trading Markets, Working Paper, McMaster University Hamilton, 1998.

Gollop, F.M., Roberts, M.J.: Environmental Regulations and Productivity Growth – The Case of Fossil-Fueled Electric Power Generation, in: Journal of Political Economy, 1983, Vol. 91, S. 654-674.

Gouldson, A., Murphy, J.: Regulatory Realities – The Implementation and Impact of Industrial Environmental Regulation, London (Earthscan Publications), 1998.

Graham, P.W., Williams, D.J.: Optimal technological choices in meeting Australian energy policy goals, in: Energy Economics, 2003, Vol. 25, S. 691-712.

Gray, W.B., Shadbegian, R.J.: Environmental Regulation, Investment Timing, and Technology Choice, in: Journal of Industrial Economics, 1998, Vol. 46, S. 235-256.

Greenstone, M.: The Marginal Effects of Environmental Regulations of the Manufacturing Sector – Evidence from the 1970 and 1977 Clean Air Act Amendments, Working Paper, Princeton University, 1998.

Griliches, Z.: Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth, in: Bell Journal of Economics, 1979, Vol. 10, S. 92-116.

Hassett, K.A. und Metcalf, G.E.: Energy Tax Credits and Residential Conservation Investment: Evidence from Panel Data, in: Journal of Public Economics, 1995, Vol. 57, No. 2, S.201-217.

Hemmelskamp, J.: Umweltpolitik und Innovation – Grundlegende Begriffe und Zusammenhänge, in: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, 1997, Vol. 20, S. 481-511.

Hemmelskamp, J.: The influence of environmental policy on innovative behaviour – an econometric study, Working Paper 18.99, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 1999, (zit. 1999a).

Hemmelskamp, J.: Umweltpolitik und technischer Fortschritt – Eine theoretische und empirische Untersuchung der Determinanten von Umweltinnovationen, Heidelberg (Physica-Verlag), 1999 (zit. 1999b).

Hemmelskamp, J.: Environmental Taxes and Standards: An Empirical Analysis of the Impact on Innovation, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 303-327.

Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten: Pilotprojekt „Planspiel zum CO<sub>2</sub>-Emissionshandel“, Wiesbaden, 2001.

Holt, C.A.: Classroom Games – Trading in Pit Market, in: Journal of Economic Perspectives, 1996, Vol. 10, No. 1, S. 193-203.

Hölzl, W.: The Evolutionary Theory of the Firm – Routines, Complexity and Change, in: Growth and Employment in Europe: Sustainability and Competitiveness, Working Paper No. 46, Vienna University of Economics and Business Administration, 2005.

Hubbard, R, Armstrong J.S.: Why We Don't Really Know What "Statistical Significance" Means: A Major Educational Failure, Working Paper, Drake University, Des Moines, 2005.

Jacob, K. u.a.: Lead Markets for Environmental Innovations, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2005.

Jaffe, A.B., Peterson, S., Portney, P.: Environmental regulation and the competitiveness of U.S. manufacturing – What does the evidence tell us?, in: Journal of Economic Literature, 1995, Vol. 33, S. 132-163.

Jaffe, A.B., Stavins, R.N.: Dynamic Incentives of Environmental Regulations: The Effects of Alternative Policy Instruments on Technology Diffusion, in: Journal of Environmental Economics and Management, 1995, Vol. 29, No. 3, S. 43-63.

Jaffe, A.B., Palmer, K.: Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study, in: Review of Economics and Statistics, 1997, Vol. 79, S. 610-619.

Jaffe, A.B., Newell, R.G., Stavins, R.N.: Technological Change and the Environment, in: Resources for the Future, Discussion Paper 00-47REV, Washington D.C., 2001.

Jaffe, A.B., Newell, R.G., Stavins, R.N.: Environmental Policy and Technological Change, Working Paper 26.02, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2002.

Jänicke, M. u.a.: Environmental Policy and Innovation – An International Comparison of Policy Frameworks and Innovation Effects, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 125-152.

Jung, C., Krutilla, K., Boyd, R.: Incentives for Advanced Pollution Abatement Technology at the Industry Level: An Evaluation of Policy Alternatives, in: Journal of Environmental Economics and Management, 1996, Vol. 30, No. 1, S. 95-111.

Kahneman, D., Tversky, A.: Prospect Theory – An Analysis of Decision under Risk, in: Econometrica, 1979, Vol. 47, No. 2, S. 263-292.

Kahneman, D. Tversky, A. (Hrsg): Judgement under uncertainty – Heuristics and biases, Cambridge u.a. (Cambridge Univ. Press), 1982.

Karmasin, M., Ribing, R.: Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten – Ein Leitfaden für Haus-, Seminar- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen, 2. (überarbeitete) Auflage, Wien (WUV Universitätsverlag), 1999.

Katsoulacos, Y. und Xepapadeas, A.: Environmental Innovation, Spillovers and Optimal Policy Rules, in: Carraro, C. u.a. (Hrsg.): Environmental Policy and Market Structure, Dordrecht u.a. (Kluwer Academic Publishers Verlag), 1996, S. 143-145.

Kay, N.M.: *Pattern in Corporate Evolution*, Oxford u.a. (Oxford Univ. Press), 1997.

Kaufman, B.E.: Emotional arousal as a source of bounded rationality, in: *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1999, Vol. 38, S. 135-144.

Kelm, M.: Schumpeter's theory of economic evolution – A Darwinian interpretation, in: *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 7, No. 2, S. 97-130.

Kemfert, C.: The impacts of emission trading on world economies, Working Paper No. 1.00, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2000.

Kemfert, C.: The European Electricity Market – the Dual Challenge of Liberalisation and Climate Protection, in: *Economic Bulletin (Deutsches Institut für Klimaforschung)*, 2004, Vol. 41, No. 9, S. 303-313.

Kemp, R., Soete L.: The Greening of Technological Progress – An Evolutionary Perspective, in: *Futures*, 1992, Vol. 24, No. 5, S. 437-457.

Kemp, R.: Technology and the Transition to Environmental Sustainability – The Problem of Technological Regime Shifts, in: *Futures*, 1994, Vol. 26, No. 10, S. 1023-1046.

Kemp, R.: *Environmental Policy and Technical Change – A Comparison of the Technological Impact of Policy Instruments*, Cheltenham u.a. (Edward Elgar Verlag), 1997.



Kemp, R., Smith, K., Becher, G.: How Should We Study the Relationship between Environmental Regulation and Innovation? in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 43-66.

Kemp, R., Mulder, P., Reschke, C.H.: Evolutionary Theorising on Technological Change and Sustainable Development – Environmental Policy, Economic Reform and Endogenous Technology, in: OCFEB Research Memorandum 9912, Working Paper Series 2, 2000.

Kenny, A.: Illustrierte Geschichte der westlichen Philosophie, Frankfurt/New York (Campus Verlag), 1995.

Kerr, S., Newell, R.G.: Policy-Induced Technology Adoption – Evidence from the U.S. Lead Phasedown, in: Journal of Industrial Economics, 2003, Vol. 51, S. 317-343.

Klemmer, P., Lehr, U., Löbke, K.: Umweltinnovationen, Berlin (Analytica-Verlag), 1999.

Kletzan, D., Köppl, A.: Design und ökonomische Evaluierung eines österreichischen CO<sub>2</sub>-Pilot-Trading-Systems, in: Schriftenreihe des BMLFUW, Band 4/2002.

Koppl, R.: Review of Gerd Gigerenzer and Reinhard Selten, editors, Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 2003, Vol. 53, No. 3, S. 431-434.

Kuhn, T.S.: The Structure of Scientific Revolutions, 3. Aufl., Chicago u.a., (Univ. of Chicago Press), 1996.

Laffont, J. und Tirole, J.: Pollution Permits and Compliance Strategies, in: Journal of Public Economics, 1996, Vol. 62, S. 85-125.

Lanjouw, J.O., Mody, A.: Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology, in: Research Policy, 1996, Vol. 25, S. 549-571.

Lehr, U., Löbbe, K.: The Joint Project "Innovation Impacts of Environmental Policy", in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 109-123.

Lehr, U.: The Example of the Thermal Insulation in Germany, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 221-235.

Levin, T.: Emissionshandel – Grundlagen, Praxis, Perspektiven, Berlin (VDM-Verlag), 2005.

Lo, A.W.: Bubble, Rubble, Finance in Trouble?, Working Paper, Massachusetts Institute of Technology, 2001.

Löschel, A.: Technological change in economic models of environmental policy: a survey, in: Ecological Economics, 2002, Vol. 43, S. 105-126, (zit. 2002a).

Löschel, A.: Technological Change in Economic Models of Environmental Policy: A Survey, Working Paper No. 04.02, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2002, (zit. 2002b).

Lombardini, S.: Colloquium with H. A. Simon, in: Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution, Aldershot, Hants (Edward Elgar Verlag), 1992, S. 12-14.

Lucht, M.: Das Umfeld des Emissionshandels im Überblick, in: Lucht, M., Spangardt, G. (Hrsg.): Emissionshandel – Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Berlin/Heidelberg/New York (Springer Verlag), 2005, S. 1-28.

Lutz, C. u.a.: Endogenous technological change and emissions – the case of the German steel industry, in: Energy Policy, 2005, Vol. 33, S. 1143-1154.

Magat, W.A.: Pollution control and technological advance – A dynamic model of the firm, in: Journal of Environmental Economics and Management, 1978, Vol. 5, No. 1, S. 1-25.

Managi, S. u.a.: Environmental Regulations and Technological Change in the Offshore Oil and Gas Industry, in: Land Economics, 2005, Vol. 81, No. 2, S. 303.

Marci, M.: Trading, in: Lucht, M., Spangardt, G. (Hrsg.): Emissionshandel – Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Berlin/Heidelberg/New York (Springer Verlag), 2005, S. 117-136.

Martignon, L.: Comparing Fast and Frugal Heuristics and Optimal Models, in: Gigerenzer, G., Selten R. (Hrsg.): Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Cambridge, MA (The MIT Press), 2002, S. 147-171.

Martinez-Ros, E.: Explaining the decisions to carry out product and process innovations – The Spanish case, in: The Journal of High Technology Management Research, 1999, Vol.1 0, No. 2, S. 223-242.

Mellers, B.A. u.a.: Effects of Emotions and Social Processes on Bounded Rationality, in: Gigerenzer, G., Selten R. (Hrsg.): Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Cambridge, MA (The MIT Press), 2002, S. 263-279.

Menanteau, P., Finon, D., Lamy, M.: Prices versus quantities – choosing policies for promoting the development of renewable energy, in: Energy Policy, 2003, Vol. 31, S. 799-812.

Metcalf, J.S.: Evolutionary Economics and Creative Destruction, London u.a., (Routledge Verlag), 2000.

Michaelowa, A.: Clean Development Mechanism und Joint Implementation, in: Lucht, M., Spangardt, G. (Hrsg.): Emissionshandel – Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Berlin/Heidelberg/New York (Springer Verlag), 2005, S. 137-152.

Milliman, S.R. und Prince, R.: Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control, in: Journal of Environmental Economics and Management, 1989, Vol. 17, No. 3, S. 247-265.

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg: Simulation eines Emissionshandels für Treibhausgase in der baden-württembergischen Unternehmenspraxis, Karlsruhe, 2002.

Mohr, R.D.: Technical Change, External Economies, and the Porter Hypothesis, in: Journal of Environmental Economics and Management, 2002, Vol. 43, S. 158-168.

Mondello, G., Tidball, M.: Environmental Liability and Technology Choice – A Duopolistic Analysis, Working Paper No. 31.00, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2000.

Montalvo, C.C.: Environmental Policy and Technological Innovation – Why do Firms Adopt or Reject New Technologies?, Cheltenham (Edward Elgar Verlag), 2002.

Montero, J.P.: Market Structure and Environmental Innovation, in: Journal of Applied Economics, 2002, Vol. 5, No. 2, S. 293-325, (zit. 2002a).

Montero, J.P.: Permits, Standards and Technology Innovation, in: Journal of Environmental Economics and Management, 2002, Vol. 44, No. 1, S. 23-37, (zit 2002b).

Morasch, K.: Moral hazard and optimal contract form for R&D cooperation, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 1995, Vol. 28, No. 1, S. 63-78.

Mullins, F.: Lessons from existing trading systems for international greenhouse gas emission trading, OECD Working Paper, Paris, 1998.

Muramatsu, R., Hanoch, Y.: Emotions as a mechanism for boundedly rational agents – The fast and frugal way, in: Journal of Economic Psychology, 2005, Vol. 26, No. 2, S. 201-221.

Murty, M.N., Kumar, S.: Win-win opportunities and environmental regulation – Testing of porter hypothesis for Indian manufacturing industries, in: Journal of Environmental Management, 2003, Vol. 67, S. 139-144.

Nelson, R.R., Winter, S.G.: An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge, MA (The Belknap Press of Harvard University Press), 1982

Nelson, R.R.: Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change, in: Journal of Economic Literature, 1995, Vol. 33, No. 1, S. 48-90.

Newell, A., Simon, H.A.: Human Problem Solving, Englewood Cliffs, NJ (Prentice Hall Verlag), 1972.

Newell, R.G., Jaffe, A.B., Stavins R.N.: The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change, in: The Quarterly Journal of Economics, 1999, Vol. 114, S. 941-975.

Nill, J.: Blickpunkt Veränderungsprozesse – Neue Perspektiven aus evolutorsch-ökonomischer Sicht, in: Ökologisches Wirtschaften Nr. 2, 2001, S. 21-22.

Norberg-Bohm, V., Rossi, M.: The power of incrementalism – Environmental regulation and technological change in pulp and paper bleaching in the US, in: Technology Analysis and Strategic Management, 1998, Vol. 10, No. 2, S. 225-246.

Norberg-Bohm, V.: Stimulating 'green' technological innovation – An analysis of alternative policy mechanisms, in: Policy Sciences, 1999, Vol. 32, No. 1, S. 13-33.

Norberg-Bohm, V.: Technology Commercialization and Environmental Regulation: Lessons from the U.S. Energy Sector, in: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Hrsg.): Innovation-oriented Environmental Regulation, ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), Heidelberg/New York (Physica-Verlag), 2000, S. 193-219 (zit. 2000a).

Norberg-Bohm, V.: Creating Incentives for Environmentally Enhancing Technological Change – Lessons from 30 Years of U.S. Energy Technology Policy; in: Technological Forecasting and Social Change, 2000, Vol. 65, S. 125-148, (zit. 2000b).

Oates, W.E., Palmer K.P., Portney P.R.: Environmental Regulation and International Competitiveness – Thinking About the Porter Hypothesis, Resources for the Future Discussion Paper 94-02, Washington, D.C, 1994, zit. nach: Alpay, S.: Can Environmental Regulations be Compatible with Higher International Competitiveness? – Some New Theoretical Insights, Working Paper, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2001.

Palmer, K.P., Oates, W.E., Portney P.R.: Tightening Environmental Standards – The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm?, in: Journal of Economic Perspectives, 1995, Vol. 9, Nr. 4, S. 119-132.

Payne, J.W., Bettman, J.R.: Preferential Choice and Adaptive Strategy Use, in: Gigerenzer, G., Selten R. (Hrsg.): Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Cambridge, MA (The MIT Press), 2002, S. 123-145.

Pisano, G.P.: The R&D boundaries of the firm – An empirical analysis, in: Administrative Science Quarterly, 1990, Vol. 35, No. 1, S. 153-176.

Pizer, W.A. u.a.: Technology Adoption and Aggregate Energy Efficiency, Resources for the Future, Discussion Paper 02-52, Washington, D.C., 2002.

Popp, D.: Induced innovation and energy prices, in: American Economic Review, 2002, Vol. 92, S. 160-180.

Popp, D.: Lessons from patents – Using patents to measure technological change in environmental models, in: Ecological Economics, 2005, Vol. n.a., S. n.a.

Porter, M.A., Linde, C. van der: Towards a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, in: Journal of Economic Perspectives, 1995, Vol. 9, Nr 4, S. 97-118.

Rahmeyer, F.: Prolegomenon zu einer evolutorischen Theorie der Unternehmung, in: Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe, Beitrag Nr. 202, Universität Augsburg, 2001.

Rammel, C, Bergh, J.C.J.M., van den: Evolutionary policies for sustainable development – Adaptive flexibility and risk minimising, in: Ecological Economics, 2003, Vol. 47, S. 121-133.

Rennings, K.: Umweltinnovationen und neoklassische Umweltökonomik, in: Beckenbach, F. u.a. (Hrsg.): Innovationen und Nachhaltigkeit, Jahrbuch Ökologische Ökonomik Band 4, Marburg (Metropolis Verlag), 2005, S. 15-39.



Rio Gonzalez, P. del: Public policy and clean technology promotion – The synergy between environmental economics of technological change, in: International Journal of Sustainable Development, 2004, Vol. 7, No. 2, S. 200-216.

Roediger-Schluga, T.: The Porter Hypothesis and the Economic Consequences of Environmental Regulation – A Neo-Schumpeterian Approach, Cheltenham u.a. (Edward Elgar Verlag), 2004.

Rose, N. und Joskow, P.: The Diffusion of New Technologies – Evidence from the Electric Utility Industry, in: Rand Journal of Economics, 1990, Vol. 21, No. 3, S. 354-373.

Roth, A.E.: Game Theory as a Part of Empirical Economics, in: Economic Journal, 1991, Vol. 101, S. 107-114.

Roth, A.E., Erev, I.: Learning in Extensive-Form Games – Experimental Data and Simple Dynamic Models in the Intermediate Term, in: Games and Economic Behavior, 1995, Vol. 8, No. 1, S. 164-212.

Salmon, W.C.: Logik, Stuttgart (Reclam), 1983.

Schafhausen, F.: Politische Umsetzung von Kyoto in der EU und in Deutschland, in: Lucht, M., Spangardt, G. (Hrsg.): Emissionshandel – Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Berlin/Heidelberg/New York (Springer Verlag), 2005, S. 51-86.

Scherer, F., Harhoff, D., Kukies, J.: Uncertainty and the size distribution of rewards from technological innovation, in: Journal of Evolutionary Economics, 2000, Vol. 10, S. 175-200.

Schülein, J.A., Reitze, S.: Wissenschaftstheorie für Einsteiger, Wien (WUV-Universitätsverlag), 2002.

Schumpeter, J.A.: Konjunkturzyklen – eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses, Band 1, Göttingen (Vandenhoeck & Ruprecht Verlag), 1961.

Schumpeter, J.A.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung – eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus, 9. Aufl., unveränd. Nachdr. d. 1934 erschienenen 4. Aufl., Berlin (Duncker & Humblot Verlag), 1997.

Schwartz, H.: Herbert Simon and behavioral economics, in: Journal of Socio-Economics, 2002, Vol. 31, S. 181-189.

Schwartz, H.: Book Review of Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Gerd Gigerenzer and Reinhard Selten, editors, in: Journal of Socio-Economics, 2003, Vol. 32, No. 5, S. 593-597.

Schwarz, R.: Unternehmensstrategien, in: Lucht, M., Spangardt, G. (Hrsg.): Emissionshandel – Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Berlin/Heidelberg/New York (Springer Verlag), 2005, S. 203-218.

Selten, R.: Aspiration adaptation theory, in: Journal of Mathematical Psychologie, 1998, Vol. 42, No 2-3, S. 191-214.

Selten, R.: Die konzeptionellen Grundlagen der Spieltheorie einst und jetzt, Discussion Paper 2/2001, Bonn Graduate School of Economics, 2001.

Selten, R.: What is Bounded Rationality?, in: Gigerenzer, G., Selten R. (Hrsg.): Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Cambridge, MA (The MIT Press), 2002, S. 13-36.

Selten, R., Stoecker, R.: End behavior in sequences of finite Prisoner's Dilemma supergames – A learning theory approach, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 1986, Vol. 7, No. 1, S. 47-70.

Simon, H.A.: Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science, in: The American Economic Review, 1959, Vol. 49, No. 3, S. 253-283.

Simon, H.A.: Introductory Comment, in: Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution, Aldershot, Hants (Edward Elgar Verlag), 1992, S. 3-7 (zit. 1992a).

Simon, H.A.: Colloquium with H. A. Simon, in: Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution, Aldershot, Hants (Edward Elgar Verlag), 1992, S. 8-36 (zit. 1992b)

Smith, V.L.: Economics in the Laboratory, in: Journal of Economic Perspectives, Vol. 8, No. 1, S. 113-131.

Snyder, L., Miller, N., Stavins, R.: The Effects of Environmental Regulation on Technology Diffusion – The Case of Chlorine Manufacturing, Working Paper No. 48.03, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2003.

Spangardt, G., Meyer, J.: Risikomanagement im Emissionshandel, in: Lucht, M., Spangardt, G. (Hrsg.): Emissionshandel – Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Berlin/Heidelberg/New York (Springer Verlag), 2005, S. 218-232.

Stavins, R.N.: Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments, Working Paper No. 52.02, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, 2002.

Strobel, M.: Essays in Experimental Economics, Aachen (Shaker Verlag), 2001.

Tamborini, R.: Colloquium with H. A. Simon, in: Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution, Aldershot, Hants (Edward Elgar Verlag), 1992, S. 24.

Taylor, M.R., Rubin, E.S., Hounshell, D.A.: Control of SO<sub>2</sub> emissions from power plants – A case of induced technological innovation in the U.S., in: Technological Forecasting and Social Change, 2005, Vol. 72, S. 697-718.

Thaler, R.H., Tversky A., Kahneman D.: The Effect of Myopia and Loss Aversion on Risk Taking – An Experimental Test, in: The Quarterly Journal of Economics, 1997, Vol. 112, No. 2, S. 647-661.

Todd, P.M.: Fast and Frugal Heuristics for Environmentally Bounded Minds, in: Gigerenzer, G., Selten R. (Hrsg.): Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox, Cambridge, MA (The MIT Press), 2002, S. 51-70.

Ulph, D.: Environmental Policy and Technological Innovation, in: Folmer, H. u.a. (Hrsg.): Frontiers of Environmental Economics, Cheltenham u.a. (Elgar-Verlag), 2001.

Viale, R.: Cognitive Constraints of Economic Rationality, in: Egidi, M., Marris, R. (Hrsg.): Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution, Aldershot, Hants u.a., (Edward Elgar Verlag), 1992, S. 174-193.

Vonorats, N.: Research joint ventures in the US, in: Research Policy, 1997, Vol. 26, No. 4-5, S. 577-595.

Weimann, J.: Umweltökonomik – Eine theorieorientierte Einführung, Berlin u.a., (Springer Verlag), 1990.

Witt, U.: Individualistische Grundlagen der evolutarischen Ökonomik, Tübingen, (Mohr Verlag), 1987.

Witt, U.: Evolutionary Economics, Aldershot u.a., (Edward Elgar Verlag), 1993.

# Anhang

## ANLEITUNG

Akteur-Nr:

**[HINTERGRUND].** Der Emissionsrechtehandel ist nach Artikel 17 des Kyoto-Protokolls eines der drei flexiblen Mechanismen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Allokationsplan wird pro Handelsperiode bestimmt, welches Unternehmen wie viele Emissionslizenzen jährlich kostenlos erhält. Unternehmen, welche weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen ausstoßen, als ihnen in Form von Zertifikaten zugeteilt wurden, können Zertifikate verkaufen. Unternehmen, welche mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen ausstoßen, als ihnen in Form von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten zugeteilt wurden, müssen Zertifikate zukaufen.

Der Zertifikatepreis entsteht durch Angebot und Nachfrage. Der Allokationsplan (kostenlose Zuteilung der Zertifikate) für die erste Handelsperiode (2005-2007) steht bereits fest.

**[IHRE ROLLE].** Sie sind seit kurzem der leitende Geschäftsführer (COO – Chief Operating Officer) eines mittelgroßen Industrieunternehmens (z.B. Papier- oder Ziegelindustrie). Das Betriebsergebnis p.a. betrug bisher durchschnittlich etwa 800.000 Euro. Erfahrungsgemäß behalten Sie 5 Jahre diesen Posten. Ende 2009 entscheidet sich (unter Berücksichtigung Ihrer Performance in den letzten 5 Jahren), ob Sie zum CEO (Chief Executive Officer) befördert werden oder das Unternehmen verlassen. Falls Sie CEO werden, entscheidet sich Ende 2012, ob Ihr Vertrag als CEO verlängert wird.

Ihrem Unternehmen wurden für die erste Handelsperiode (2005-2007) pro Jahr 50.000 Zertifikate (das entspricht 50.000 t CO<sub>2</sub>) kostenlos zugeteilt. Aufgrund Ihrer technischen Produktionsstruktur benötigen Sie 50.500 t CO<sub>2</sub> pro Jahr.

Ausgehend von dieser Situation müssen Sie sich für eine Strategie im Umgang mit Emissionen entscheiden:

- Strategie 1: Sie investieren 2005, 2006 und 2007 in F&E für die Entwicklung einer Schadstoff reduzierenden Anlage (mit dem Ziel, in der 2. Handelsperiode bedeutend weniger CO<sub>2</sub>-Zertifikate zu benötigen und einen Anteil der kostenlos zugeteilten Zertifikate verkaufen zu können)
- Strategie 2: Sie warten ab (mit dem Ziel, in einigen Jahren die entwickelte Technologie eines anderen Unternehmens abkaufen zu können)
- Strategie 3: Sie kaufen jedes Jahr die zusätzlich benötigten Zertifikate zum aktuellen, marktbestimmten Zertifikatepreis zu

Es werden Ihnen verschiedene Szenarien vorgelegt. Bitte entscheiden Sie sich jeweils für eine der vorgegebenen Strategien und begründen Sie Ihre Auswahl **ausführlich**.

Abschließend noch folgende Anmerkungen:

- Das Jahresergebnis / kumulierte Ergebnis der einzelnen Strategien stellt nicht das Betriebsergebnis, sondern einen Ergebnisbeitrag dar (dieser wird zum restlichen Ergebnis dazugerechnet und kann das Betriebsergebnis erhöhen oder verringern)
- Die Zahlen / Businesspläne sind eine Projektion aus heutiger Sicht – d.h. es kann sich so entwickeln (sehr wahrscheinlich), muss aber nicht

Die Bearbeitung aller Aufgaben ist mit einer Gesamtzeit von etwa 1,5 Stunden veranschlagt (ca. 5 min für das Lesen der Anleitung + Besprechung, ca. 20 min für das 1. Szenario, ca. 60 min für 2.-7. Szenario, ca. 5 min für das Ausfüllen des Fragebogens).



# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 1

## RANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind mit **<60%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich ab 2008 aus.

- Für die **ab 2008** eintretende Entwicklung von **<Zertifikate-Stückpreis>** werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. Die **<Zertifikate-Zuteilung>** ab 2008 ist fix (**40.000** Zertifikate pro Jahr). Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch ( $p=1/3$ )

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

## Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren" (Erfolg p=60%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	300.000	500.000	500.000	500.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-730.000	-230.000	270.000	770.000	1.070.000
<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.187.500	-1.345.000	-1.502.500	-1.660.000	-1.817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall II (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	400.000	400.000	600.000	600.000	400.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-630.000	-230.000	370.000	970.000	1.370.000
<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.240.000	-1.450.000	-1.660.000	-1.870.000	-2.080.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall III (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	500.000	500.000	700.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-530.000	-30.000	670.000	1.170.000	1.670.000
<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.292.500	-1.555.000	-1.817.500	-2.080.000	-2.342.500

## Strategie 2 | "Abwarten und später Technologie kaufen (wenn möglich)"

(Erfolg p=30%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-400.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-430.000	-130.000	170.000	470.000	770.000
	<b>kein Kauf mögl. Jahresergebnis</b>	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
<b>(Wahrsch. 70%) Kumuliertes Ergebnis</b>	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-300.000	400.000	400.000	400.000	400.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-330.000	70.000	470.000	870.000	1.270.000
	<b>kein Kauf mögl. Jahresergebnis</b>	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
<b>(Wahrsch. 70%) Kumuliertes Ergebnis</b>	[EUR]		-20.000	-30.000	-240.000	-450.000	-660.000	-870.000	-1.080.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-200.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-230.000	270.000	770.000	1.270.000	1.770.000
	<b>kein Kauf mögl. Jahresergebnis</b>	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
<b>(Wahrsch. 70%) Kumuliertes Ergebnis</b>	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500	

## Strategie 3 | "Jährlich Zertifikate zukaufen"

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall II (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-240.000	-450.000	-660.000	-870.000	-1.080.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall III (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 2

## RANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind mit **<40%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich ab 2008 aus.
- Für die **ab 2008** eintretende Entwicklung von **<Zertifikate-Stückpreis>** werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. Die **<Zertifikate-Zuteilung>** ab 2008 ist fix (**40.000** Zertifikate pro Jahr). Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch ( $p=1/3$ )

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

## Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren" (Erfolg p=40%)

Verbleib? (COO->CEO?)	Verlängerung als CEO?
--------------------------	--------------------------

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	300.000	500.000	500.000	500.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-730.000	-230.000	270.000	770.000	1.070.000
<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.187.500	-1.345.000	-1.502.500	-1.660.000	-1.817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	400.000	400.000	600.000	600.000	400.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-630.000	-230.000	370.000	970.000	1.370.000
<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.240.000	-1.450.000	-1.660.000	-1.870.000	-2.080.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	500.000	500.000	700.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-530.000	-30.000	670.000	1.170.000	1.670.000
<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.292.500	-1.555.000	-1.817.500	-2.080.000	-2.342.500

## Strategie 2 | "Abwarten und später Technologie kaufen (wenn möglich)"

(Erfolg p=30%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-400.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-430.000	-130.000	170.000	470.000	770.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-300.000	400.000	400.000	400.000	400.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-330.000	70.000	470.000	870.000	1.270.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-240.000	-450.000	-660.000	-870.000	-1.080.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-200.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-230.000	270.000	770.000	1.270.000	1.770.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500	

## Strategie 3 | "Jährlich Zertifikate zukaufen"

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000	-210.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-240.000	-450.000	-660.000	-870.000	-1.080.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500



# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 3

## RANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind mit **<60%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich ab 2008 aus.
- Für die **ab 2008** eintretende Entwicklung von <Zertifikate-Stückpreis> werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. Die <Zertifikate-Zuteilung> ab 2008 ist fix (**30.000** Zertifikate pro Jahr). Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch ( $p=1/3$ )

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

## Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren"

(Erfolg p=60%)

Verbleib? (COO->CEO?)	Verlängerung als CEO?
--------------------------	--------------------------

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	180.000	380.000	380.000	380.000	180.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-850.000	-470.000	-90.000	290.000	470.000
	<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.399.000	-1.768.000	-2.137.000	-2.506.000	-2.875.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	200.000	200.000	400.000	400.000	200.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-830.000	-630.000	-230.000	170.000	370.000
	<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.440.000	-1.850.000	-2.260.000	-2.670.000	-3.080.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	280.000	280.000	480.000	280.000	280.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-750.000	-470.000	10.000	290.000	570.000
	<b>bei Fehlschlag (wahrsch. 40%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.604.000	-2.178.000	-2.752.000	-3.326.000	-3.900.000

## Strategie 2 | "Abwarten und später Technologie kaufen (wenn möglich)"

(Erfolg p=30%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	Zertifikate									
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-520.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-550.000	-370.000	-190.000	-10.000	170.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall II (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	Zertifikate									
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-500.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-530.000	-330.000	-130.000	70.000	270.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-440.000	-850.000	-1.260.000	-1.670.000	-2.080.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall III (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	Zertifikate									
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-420.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-450.000	-170.000	110.000	390.000	670.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000	

## Strategie 3 | "Jährlich Zertifikate zukaufen"

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall II (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-440.000	-850.000	-1.260.000	-1.670.000	-2.080.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall III (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 4

## RANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind mit **<40%-iger>** Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich ab 2008 aus.
- Für die **ab 2008** eintretende Entwicklung von **<Zertifikate-Stückpreis>** werden 3 Szenarien in Aussicht gestellt. Die **<Zertifikate-Zuteilung>** ab 2008 ist fix (**30.000** Zertifikate pro Jahr). Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch ( $p=1/3$ )

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Fall II</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Fall III</b>	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

## Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren" (Erfolg p=40%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

Fall I (p=1/3)			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	180.000	380.000	380.000	380.000	180.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-850.000	-470.000	-90.000	290.000	470.000
	<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.399.000	-1.768.000	-2.137.000	-2.506.000	-2.875.000

Fall II (p=1/3)			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	200.000	200.000	400.000	400.000	200.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-830.000	-630.000	-230.000	170.000	370.000
	<b>bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.440.000	-1.850.000	-2.260.000	-2.670.000	-3.080.000

Fall III (p=1/3)			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	280.000	280.000	480.000	280.000	280.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-750.000	-470.000	10.000	290.000	570.000
	<b>bei Fehlschlag (wahrsch. 60%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.604.000	-2.178.000	-2.752.000	-3.326.000	-3.900.000

## Strategie 2 | "Abwarten und später Technologie kaufen (wenn möglich)"

(Erfolg p=30%)

Verbleib? (COO->CEO?) Wahrsch. 20%	Verlängerung als CEO?
--	--------------------------

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-520.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-550.000	-370.000	-190.000	-10.000	170.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall II (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-500.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-530.000	-330.000	-130.000	70.000	270.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-440.000	-850.000	-1.260.000	-1.670.000	-2.080.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall III (p=1/3)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Kosten für Technologiekauf</b>	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-420.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-450.000	-170.000	110.000	390.000	670.000
	<b>kein Kauf mögl. (Wahrsch. 70%)</b> Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
<b>(Wahrsch. 70%)</b> Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000	

## Strategie 3 | "Jährlich Zertifikate zukaufen"

Verbleib? (COO->CEO?)	Verlängerung als CEO?
--------------------------	--------------------------

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>20</b>	20	20	20	20
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000	-410.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-440.000	-850.000	-1.260.000	-1.670.000	-2.080.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/3)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000



# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 5

## ANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind mit <60%-iger> Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich ab 2008 aus.

- Für die ab 2008 eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Zuteilung> und <Zertifikate-Stückpreis> werden 4 Szenarien in Aussicht gestellt.  
Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/4)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fall I	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	15	15	15	15	15
Fall II	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	25	25	25	25	25
Fall III	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	18	18	18	18	18
Fall IV	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	28	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

**Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren"**  
(Erfolg p=60%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I (p=1/4)</b>										
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	300.000	500.000	500.000	500.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-730.000	-230.000	270.000	770.000	1.070.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.187.500	-1.345.000	-1.502.500	-1.660.000	-1.817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall II (p=1/4)</b>										
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	500.000	500.000	700.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-530.000	-30.000	670.000	1.170.000	1.670.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.292.500	-1.555.000	-1.817.500	-2.080.000	-2.342.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall III (p=1/4)</b>										
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	180.000	380.000	380.000	380.000	180.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-850.000	-470.000	-90.000	290.000	470.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.399.000	-1.768.000	-2.137.000	-2.506.000	-2.875.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall IV (p=1/4)</b>										
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	280.000	280.000	480.000	280.000	280.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-750.000	-470.000	10.000	290.000	570.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 40%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.604.000	-2.178.000	-2.752.000	-3.326.000	-3.900.000

## Strategie 2 | "Abwarten und später Technologie kaufen (wenn möglich)"

(Erfolg p=30%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall I (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
	Zertifikate										
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	15	15	15	15	15
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	-700.000	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-400.000	300.000	300.000	300.000	300.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-430.000	-130.000	170.000	470.000	770.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	
Kumuliertes Ergebnis			[EUR]	-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall II (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
	Zertifikate										
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	25	25	25	25	25
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	-700.000	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-200.000	500.000	500.000	500.000	500.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-230.000	270.000	770.000	1.270.000	1.770.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	
Kumuliertes Ergebnis			[EUR]	-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall III (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
	Zertifikate										
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	18	18	18	18	18
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	-700.000	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-520.000	180.000	180.000	180.000	180.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-550.000	-370.000	-190.000	-10.000	170.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	
Kumuliertes Ergebnis			[EUR]	-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall IV (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
	Zertifikate										
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	28	28	28	28	28
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	-700.000	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-420.000	280.000	280.000	280.000	280.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-450.000	-170.000	110.000	390.000	670.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	
Kumuliertes Ergebnis			[EUR]	-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000	

## Strategie 3 | "Jährlich Zertifikate zukaufen"

Verbleib? (COO->CEO?)	Verlängerung als CEO?
--------------------------	--------------------------

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen</b> & <b>Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen</b> & <b>Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen</b> & <b>Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall IV (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen</b> & <b>Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000

# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 6

## RANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind mit <40%-iger> Wahrscheinlichkeit erfolgreich. Sie wirken sich ab 2008 aus.

- Für die ab 2008 eintretende regulatorische Entwicklung von <Zertifikate-Zuteilung> und <Zertifikate-Stückpreis> werden 4 Szenarien in Aussicht gestellt.  
Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/4)

## GRUNDSZENARIEN für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fall I	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
Fall II	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
Fall III	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
Fall IV	Zuteilung an Zertifikaten	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	Stückpreis Zertifikate	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28

## AUSWAHL

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

**Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren"**  
(Erfolg p=40%)

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)		[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	300.000	500.000	500.000	500.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-730.000	-230.000	270.000	770.000	1.070.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.187.500	-1.345.000	-1.502.500	-1.660.000	-1.817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)		[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	500.000	500.000	700.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-530.000	-30.000	670.000	1.170.000	1.670.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.292.500	-1.555.000	-1.817.500	-2.080.000	-2.342.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall III (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)		[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	180.000	380.000	380.000	380.000	180.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-850.000	-470.000	-90.000	290.000	470.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.399.000	-1.768.000	-2.137.000	-2.506.000	-2.875.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall IV (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)		[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
Einnahmen & Ausgaben	Investment in F&E	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	280.000	280.000	480.000	280.000	280.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-750.000	-470.000	10.000	290.000	570.000
bei Fehlschlag (Wahrsch. 60%)	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]	-720.000	-720.000	-1.030.000	-1.604.000	-2.178.000	-2.752.000	-3.326.000	-3.900.000

## Strategie 2 | "Abwarten und später Technologie kaufen (wenn möglich)"

(Erfolg p=30%)

Verbleib? (COO->CEO?)	Verlängerung als CEO?
--------------------------	--------------------------

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall I (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	15	15	15	15	15
Einnahmen & Ausgaben	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-400.000	300.000	300.000	300.000	300.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-430.000	-130.000	170.000	470.000	770.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall II (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	25	25	25	25	25
Einnahmen & Ausgaben	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-200.000	500.000	500.000	500.000	500.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-230.000	270.000	770.000	1.270.000	1.770.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall III (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	18	18	18	18	18
Einnahmen & Ausgaben	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-520.000	180.000	180.000	180.000	180.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-550.000	-370.000	-190.000	-10.000	170.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000	

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode					
Fall IV (p=1/4)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
"Nebenrechnung"	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
Zertifikate	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000	
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	
Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)			[EUR/Stk.]	20	20	20	28	28	28	28	28
Einnahmen & Ausgaben	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0	
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	280.000	280.000	280.000	280.000	280.000	
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-420.000	280.000	280.000	280.000	280.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-450.000	-170.000	110.000	390.000	670.000	
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis (Wahrsch. 70%)	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000	

### Strategie 3 | "Jährlich Zertifikate zukaufen"

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall I (p=25%)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall II (p=25%)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall III (p=25%)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>18</b>	18	18	18	18
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000	-369.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-399.000	-768.000	-1.137.000	-1.506.000	-1.875.000

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Fall IV (p=25%)</b>										
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>30.000</b>	30.000	30.000	30.000	30.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	20.500	20.500	20.500	20.500	20.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>28</b>	28	28	28	28
<b>Einnahmen</b> <b>&amp; Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000	-574.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-604.000	-1.178.000	-1.752.000	-2.326.000	-2.900.000



# Info-Blatt

Akteur-Nr:

Szenario 7

## ANDBEDINGUNGEN

- Die in F&E getätigten Investitionen sind in Höhe und Erfolgswahrscheinlichkeit davon abhängig, ob eine F&E-Kooperation gewählt wird oder nicht.

	Investitionssumme pro Akteur			Erfolgswahrscheinlichkeit
	2005	2006	2007	
- "Keine Kooperation"	350.000	350.000	300.000	60%
- "Kooperation von zwei oder mehr Akteuren"	200.000	200.000	200.000	50%

- Für die ab 2008 eintretende Entwicklung von <Zertifikate-Stückpreis> werden 2 Szenarien in Aussicht gestellt. Die <Zertifikate-Zuteilung> ab 2008 ist fix (40.000 Zertifikate pro Jahr)  
Die Wahrscheinlichkeit für jedes der Szenarien ist gleich hoch (p=1/2)

## GRUNDSZENARIO für die Entwicklung von Zertifikate-Zuteilung und Zertifikate-Preis

		Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fall I	Zuteilung an Zertifikaten [Stück]	50.000	50.000	50.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate [EUR/Stk.]	20	20	20	15	15	15	15	15
Fall II	Zuteilung an Zertifikaten [Stück]	50.000	50.000	50.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
	Stückpreis Zertifikate [EUR/Stk.]	20	20	20	25	25	25	25	25

## AUSWAHL

- "Keine Kooperation"

- "Kooperation von zwei oder mehr Akteuren"

Strategie 1

Strategie 1

Strategie 2

Strategie 3

## Begründung der Auswahl

## "Keine Kooperation"

### Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren"

(Erfolg p=60%)

						Verbleib? (COO->CEO?)			Verlängerung als CEO?	
			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/2)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	<b>Zertifikate</b>					<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000					
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	15	15	15	15	15
<b>Einnahmen</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
<b>&amp; Ausgaben</b>	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	200.000	200.000	200.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	300.000	500.000	500.000	500.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-730.000	-230.000	270.000	770.000	1.070.000
<b>bei Fehlschlag</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
<b>(Wahrscheinl. 40%)</b>	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.187.500	-1.345.000	-1.502.500	-1.660.000	-1.817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/2)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	<b>Zertifikate</b>					<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000					
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	25	25	25	25	25
<b>Einnahmen</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]	<b>-350.000</b>	<b>-350.000</b>	<b>-300.000</b>	0	0	0	0	0
<b>&amp; Ausgaben</b>	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]	0	0	0	0	0	200.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	500.000	500.000	700.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-530.000	-30.000	670.000	1.170.000	1.670.000
<b>bei Fehlschlag</b>	Jahresergebnis	[EUR]	-360.000	-360.000	-310.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
<b>(Wahrscheinl. 40%)</b>	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-720.000	-1.030.000	-1.292.500	-1.555.000	-1.817.500	-2.080.000	-2.342.500

## "Keine Kooperation"

### Strategie 2 | "Abwarten und später Technologie kaufen (wenn möglich)"

(Erfolg p=30%)

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/2)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	Zertifikate									
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-400.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-430.000	-130.000	170.000	470.000	770.000
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
<b>(Wahrscheinl. 70%)</b>	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/2)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	Zertifikate									
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	Kosten für Technologiekauf	[EUR]	0	0	0	<b>-700.000</b>	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-200.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-230.000	270.000	770.000	1.270.000	1.770.000
	kein Kauf mögl. Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
<b>(Wahrscheinl. 70%)</b>	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500

Verbleib?  
(COO->CEO?)

Verlängerung  
als CEO?

## "Keine Kooperation"

### Strategie 3 | "Jährlich Zertifikate zukaufen"

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall I (p=1/2)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen</b> & <b>Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-187.500	-345.000	-502.500	-660.000	-817.500

			Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
Fall II (p=1/2)			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b> <b>Zertifikate</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500	50.500
	davon: Zuteilung	[Stück]	50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]	500	500	500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]	20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen</b> & <b>Ausgaben</b>	Investment in F&E	[EUR]	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Jahresergebnis	[EUR]	-10.000	-10.000	-10.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]		-20.000	-30.000	-292.500	-555.000	-817.500	-1.080.000	-1.342.500

## "Kooperation von zwei oder mehr Akteuren"

### Strategie 1 | "Sofort in F&E investieren"

(Erfolg p=50%)

				Verbleib? (COO->CEO?)		Verlängerung als CEO?					
Fall I (p=1/2)				Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]		50.500	50.500	50.500					
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]		50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]		500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]		20	20	20	<b>15</b>	15	15	15	15
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]		<b>-200.000</b>	<b>-200.000</b>	<b>-200.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]		-10.000	-10.000	-10.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]		0	0	0	0	100.000	100.000	100.000	0
	Jahresergebnis	[EUR]		-210.000	-210.000	-210.000	300.000	400.000	400.000	400.000	300.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]			-420.000	-630.000	-330.000	70.000	470.000	870.000	1.170.000
<b>bei Fehlschlag</b>	Jahresergebnis	[EUR]		-210.000	-210.000	-210.000	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500	-157.500
<b>(Wahrscheinl. 50%)</b>	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]			-420.000	-630.000	-787.500	-945.000	-1.102.500	-1.260.000	-1.417.500

Fall II (p=1/2)				Erste Handelsperiode			Zweite Handelsperiode				
				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>"Nebenrechnung"</b>	Zertifikatebedarf	[Stück]		50.500	50.500	50.500					
<b>Zertifikate</b>	davon: Zuteilung	[Stück]		50.000	50.000	50.000	<b>40.000</b>	40.000	40.000	40.000	40.000
	davon: Zukauf	[Stück]		500	500	500	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000	-20.000
	Zert.stückpreis (Zu-/Verkauf)	[EUR/Stk.]		20	20	20	<b>25</b>	25	25	25	25
<b>Einnahmen &amp; Ausgaben</b>	<b>Investment in F&amp;E</b>	[EUR]		<b>-200.000</b>	<b>-200.000</b>	<b>-200.000</b>	0	0	0	0	0
	Kosten/Erlöse für Zertifikate	[EUR]		-10.000	-10.000	-10.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
	Zusatzgewinn durch Technologieverkauf	[EUR]		0	0	0	0	0	100.000	0	0
	Jahresergebnis	[EUR]		-210.000	-210.000	-210.000	500.000	500.000	600.000	500.000	500.000
	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]			-420.000	-630.000	-130.000	370.000	970.000	1.470.000	1.970.000
<b>bei Fehlschlag</b>	Jahresergebnis	[EUR]		-210.000	-210.000	-210.000	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500	-262.500
<b>(Wahrscheinl. 50%)</b>	Kumuliertes Ergebnis	[EUR]			-420.000	-630.000	-892.500	-1.155.000	-1.417.500	-1.680.000	-1.942.500

## Fragebogen

Akteur-Nr:

I. Welcher Zeitraum/Zeitpunkt der Ergebnisbetrachtung war für Sie besonders relevant?

1. von  bis
  2. nur
- 

II. Welche Motivation stand eher hinter Ihren Entscheidungen?

1. die Steigerung der Gewinnchancen (trotz Risiko)?
  2. die Begrenzung des Verlustrisikos?
- 

III. Spielten auch nichtbetriebswirtschaftliche Aspekte (persönliche Karriere, Umweltgedanke, generelle Neigung zu F&E, unternehmerisches Bauchgefühl, etc.) eine Rolle bei Ihren Entscheidungen?

1. eher nicht
2. ja, durchaus

welche? \_\_\_\_\_

---

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
1	1	2	1		Experten 1	4	10	11			
1	1	3	1		Experten 1	3	1				
1	1	4	3		Experten 1	15	16				
2	1	5	1		Experten 1	3	4	2	8		
2	1	6	1		Experten 1	1	6				
2	1	7	1		Experten 1	1	5	6	4		
2	1	8	1		Experten 1	3	1				
3	1	9	1		Experten 1	4	15	10	16	8	
3	1	10	2		Experten 1	14					
3	1	11	1		Experten 1	9	7	8	10	16	
3	1	12	1		Experten 1	4	3	9	8		
3	1	13	1		Experten 1	4	15	10	5	8	16
4	1	14	1		Experten 3	1	6	16	7		
4	1	15	1		Experten 3	4	1	15	3		
4	1	16	1		Experten 1	4	6				
4	1	17	2		Experten 2	1	15				
5	1	18	2		Studenten	1	15				
5	1	19	2		Studenten	13	3				
5	1	20	1		Studenten	7	4	10	16	9	
5	1	21	1		Studenten	3	6	7	8	1	
5	1	22	1		Studenten	4	10				
6	1	23	1		Studenten	4	10	3	2	9	
6	1	24	1		Studenten	6	5	10	8		
6	1	25	1		Studenten	4	9	10	8		
6	1	26	2		Studenten	1	6				
7	1	27	2		Experten 2	15	16	2			
7	1	28	3		Experten 2	15	18				
7	1	29	1		Experten 2	4	2	16			
7	1	30	1		Experten 2	7	8	1	6		
8	1	31	2		Experten 3	1	15				
8	1	32	1		Experten 3	1	6	7			
8	1	33	2		Experten 3	1	15				
8	1	34	2		Experten 3	1	6				
8	1	35	2		Experten 3	14	20				
9	1	36	1		Experten 2	3	4	1	16		
9	1	37	2		Experten 2	16	15				
9	1	38	2		Experten 2	13	14	17			
9	1	39	2		Experten 2	3	15	13			
10	1	40	2		Experten 3	13	15	16	24	14	
10	1	41	3		Experten 3	17					
10	1	42	2		Experten 3	13	3				
10	1	43	1		Experten 3	10	16				

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
11	1	44	2		Studenten	14					
11	1	45	1		Studenten	7	6				
11	1	46	2		Studenten	16	15	3	17		
11	1	47	2		Studenten	13	14	3			
12	1	49	1		Experten 3	1	6	16			
12	1	50	2		Experten 3	1	15				
12	1	51	2		Experten 3	1	15	16			
13	1	52	2		Experten 2	1	15				
13	1	53	1		Experten 2	1	15				
13	1	54	2		Experten 2	1	15				
13	1	55	1		Experten 2	1	6				
13	1	56	2		Experten 2	1	15	16			
1	2	1	3		Studenten	18					
1	2	2	1		Experten 1	4	11				
1	2	3	2		Experten 1	1					
1	2	4	3		Experten 1	12	16				
2	2	5	1		Experten 1	3	2	8			
2	2	6	2		Experten 1	1					
2	2	7	2		Experten 1	1	12	13	14		
2	2	8	2		Experten 1	1					
3	2	9	2		Experten 1	12	13	17	15		
3	2	10	2		Experten 1	12	13				
3	2	11	1		Experten 1	5	7	8			
3	2	12	1		Experten 1	5	6				
3	2	13	2		Experten 1	12	13	3			
4	2	14	2		Experten 3	1	6				
4	2	15	2		Experten 3	1	3				
4	2	16	2		Experten 1	12					
4	2	17	2		Experten 2	1	15				
5	2	18	1		Studenten	7	8				
5	2	19	2		Studenten	13	3	4			
5	2	21	2		Studenten	12	13	1			
5	2	22	2		Studenten	12	13	3			
6	2	23	1		Studenten	5	3	10			
6	2	24	1		Studenten	5	10				
6	2	25	2		Studenten	12	17	8	3		
6	2	26	2		Studenten	1	6				
7	2	27	2		Experten 2	15	16	2			
7	2	28	2		Experten 2	15	12	13			
7	2	29	3		Experten 2	18	15				
7	2	30	2		Experten 2	1	6				
8	2	31	2		Experten 3	1	15	12			
8	2	32	2		Experten 3	1	6				
8	2	33	2		Experten 3	1	15				
8	2	34	2		Experten 3	1	6				



Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
8	2	35	2		Experten 3	14	20	12			
9	2	36	1		Experten 2	1	5				
9	2	37	2		Experten 2	16	15				
9	2	38	2		Experten 2	13	14	17	12		
9	2	39	2		Experten 2	3	15	13	12		
10	2	40	2		Experten 3	12	15	6			
10	2	41	3		Experten 3	17					
10	2	42	2		Experten 3	13	14				
10	2	43	1		Experten 3	10	11				
11	2	44	2		Studenten	14	12				
11	2	45	1		Studenten	7	6	5			
11	2	46	2		Studenten	13	14	3			
11	2	47	2		Studenten	13	14				
12	2	49	2		Experten 3	1	15				
12	2	50	2		Experten 3	1	15	16			
12	2	51	2		Experten 3	1	15	16			
13	2	52	2		Experten 2	1	15	6			
13	2	53	2		Experten 2	16	15	12	14	3	
13	2	54	2		Experten 2	1	15	16			
13	2	55	2		Experten 2	1	6				
13	2	56	2		Experten 2	1	15	16			
1	3	1	1		Studenten	7	4	10	16	9	
1	3	2	1		Experten 1	21	9				
1	3	3	2		Experten 1	1					
1	3	4	3		Experten 1	15	16				
2	3	5	1		Experten 1	2	8				
2	3	6	1		Experten 1	1					
2	3	7	1		Experten 1	1	4	6	3		
2	3	8	1		Experten 1	1					
3	3	9	1		Experten 1	4	8	16			
3	3	10	1		Experten 1	21					
3	3	11	1		Experten 1	9	7	8	10	16	
3	3	12	1		Experten 1	4	21				
3	3	13	1		Experten 1	4	21	3			
4	3	14	1		Experten 3	1	6	16	7		
4	3	15	1		Experten 3	1	3	15			
4	3	16	1		Experten 1	3	15				
4	3	17	2		Experten 2	1	15				
5	3	18	1		Studenten	7	8	21			
5	3	19	1		Studenten	21	9	10			
5	3	21	2		Studenten	22	13	16			
5	3	22	3		Studenten	2					
6	3	23	1		Studenten	21	9	4	3		
6	3	24	1		Studenten	6	10	8			
6	3	25	1		Studenten	8	21	10			

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
6	3	26	1		Studenten	1	6				
7	3	27	2		Experten 2	15	13	14	3		
7	3	28	2		Experten 2	13	15				
7	3	29	1		Experten 2	4	21	2			
7	3	30	1		Experten 2	3	1	6	23		
8	3	31	2		Experten 3	1	15	14			
8	3	32	1		Experten 3	1	6	3			
8	3	33	2		Experten 3	1	15				
8	3	34	1		Experten 3	1	6				
8	3	35	1		Experten 3	4	21				
9	3	36	1		Experten 2	1	16				
9	3	37	2		Experten 2	16	15				
9	3	38	2		Experten 2	13	14	17			
9	3	39	2		Experten 2	3	15	13			
10	3	40	2		Experten 3	15					
10	3	41	1		Experten 3	21					
10	3	42	1		Experten 3	21	9				
10	3	43	2		Experten 3	22					
11	3	44	2		Studenten	13					
11	3	45	1		Studenten	7	6	5			
11	3	46	2		Studenten	13	16				
11	3	47	1		Studenten	4	3				
12	3	49	1		Experten 3	1	6				
12	3	50	2		Experten 3	1	15	16	24		
12	3	51	2		Experten 3	1	15	16			
13	3	52	1		Experten 2	1					
13	3	53	1		Experten 2	21					
13	3	54	2		Experten 2	1	15				
13	3	55	2		Experten 2	1					
13	3	56	1		Experten 2	1	15	16			
1	4	1	2		Studenten	17					
1	4	2	2		Experten 1	13					
1	4	3	2		Experten 1	1					
1	4	4	3		Experten 1	12	16				
2	4	5	1		Experten 1	6	5	8			
2	4	6	2		Experten 1	1					
2	4	7	2		Experten 1	1	14	13	3		
2	4	8	2		Experten 1	1					
3	4	9	2		Experten 1	12	13	3			
3	4	10	2		Experten 1	12	13				
3	4	11	1		Experten 1	5	7	8	6		
3	4	12	1		Experten 1	5	6	21			
3	4	13	2		Experten 1	12	13	3			

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
4	4	14	2		Experten 3	1	6				
4	4	15	2		Experten 3	1	3	15			
4	4	16	2		Experten 1	12	3	15			
4	4	17	2		Experten 2	1	15				
5	4	18	1		Studenten	7	8	21	3	5	
5	4	19	2		Studenten	12	13				
5	4	21	2		Studenten	3	13				
5	4	22	2		Studenten	14	3	20			
6	4	23	1		Studenten	21	9	5			
6	4	24	2		Studenten	12	14	8			
6	4	25	2		Studenten	12	17	8	3		
6	4	26	1		Studenten	1	6				
7	4	27	2		Experten 2	15	13	14	3		
7	4	28	3		Experten 2	15	19				
7	4	29	1		Experten 2	6					
7	4	30	2		Experten 2	3	1	6			
8	4	31	2		Experten 3	1	15	12			
8	4	32	2		Experten 3	1	6				
8	4	33	2		Experten 3	1	15				
8	4	34	2		Experten 3	1	6				
8	4	35	2		Experten 3	12	13	14			
9	4	36	1		Experten 2	1	16				
9	4	37	2		Experten 2	16	15				
9	4	38	2		Experten 2	13	14	17	12		
9	4	39	2		Experten 2	3	15	13	12		
10	4	40	2		Experten 3	12					
10	4	41	2		Experten 3	17					
10	4	42	2		Experten 3	2					
10	4	43	1		Experten 3	10					
11	4	44	2		Studenten	14	12				
11	4	45	1		Studenten	7	6				
11	4	46	2		Studenten	3	21	15	16		
11	4	47	2		Studenten	2					
12	4	49	2		Experten 3	1	6	15			
12	4	50	2		Experten 3	1	15	16			
12	4	51	2		Experten 3	1	15	16			
13	4	52	2		Experten 2	6	17				
13	4	53	1		Experten 2	21					
13	4	54	2		Experten 2	1	15	6			
13	4	55	2		Experten 2	1	6	15			
13	4	56	2		Experten 2	1	15	16			
1	5	1	1		Studenten	25	4				
1	5	2	1		Experten 1	4					

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
1	5	3	1		Experten 1	1					
1	5	4	1		Experten 1	25	10	11			
2	5	5	1		Experten 1	6	5	8			
2	5	6	1		Experten 1	1					
2	5	7	1		Experten 1	1	5	4	6		
2	5	8	1		Experten 1	1					
3	5	9	1		Experten 1	4	15	8			
3	5	10	2		Experten 1	13	15	16			
3	5	11	1		Experten 1	4	7	8	6	5	
3	5	12	1		Experten 1	4	25	9			
3	5	13	1		Experten 1	4	25	9	8		
4	5	14	1		Experten 3	1	6				
4	5	15	1		Experten 3	1	3	15			
4	5	16	1		Experten 1	4	15				
4	5	17	2		Experten 2	1	15				
5	5	18	1		Studenten	7	8				
5	5	19	2		Studenten	25	13				
5	5	21	2		Studenten	22	13	16			
5	5	22	2		Studenten	2					
6	5	23	1		Studenten	4	10				
6	5	24	1		Studenten	25	4	10			
6	5	25	1		Studenten	8	25	10	9		
6	5	26	1		Studenten	1	6				
7	5	27	2		Experten 2	15	13	14	3		
7	5	28	2		Experten 2	15	2	26			
7	5	29	1		Experten 2	4	25	10			
7	5	30	1		Experten 2	6	1	3			
8	5	31	2		Experten 3	1	15				
8	5	32	1		Experten 3	1	6	9			
8	5	33	2		Experten 3	1	15				
8	5	34	1		Experten 3	1	6				
8	5	35	2		Experten 3	25	13				
9	5	36	1		Experten 2	1	16				
9	5	37	2		Experten 2	16	15				
9	5	38	2		Experten 2	13	14	17			
9	5	39	2		Experten 2	3	15	13			
10	5	40	1		Experten 3	4	10				
10	5	41	3		Experten 3	17					
10	5	42	1		Experten 3	25	6				
10	5	43	1		Experten 3	6					
11	5	44	3		Studenten	2					
11	5	45	1		Studenten	25	9				
11	5	46	1		Studenten	25					

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
11	5	47	1		Studenten	4					
12	5	49	1		Experten 3	1	6	16			
12	5	50	2		Experten 3	1	15	16			
12	5	51	2		Experten 3	1	15	16			
13	5	52	1		Experten 2	1					
13	5	53	1		Experten 2	4					
13	5	54	2		Experten 2	1	15	6			
13	5	55	2		Experten 2	1	6				
13	5	56	2		Experten 2	1	15	16			
1	6	1	2		Studenten	12					
1	6	2	2		Experten 1	12					
1	6	3	2		Experten 1	1					
1	6	4	2		Experten 1	25	12	15			
2	6	5	1		Experten 1	6	5	8			
2	6	6	2		Experten 1	1					
2	6	7	2		Experten 1	1	4	13	3		
2	6	8	2		Experten 1	1					
3	6	9	2		Experten 1	12	13	3			
3	6	10	2		Experten 1	12	13	15	16		
3	6	11	1		Experten 1	5	7	8	6		
3	6	12	2		Experten 1	12	13	6			
3	6	13	2		Experten 1	12	13	3			
4	6	14	2		Experten 3	1	6				
4	6	15	2		Experten 3	1	3	15			
4	6	16	2		Experten 1	12	3	15			
4	6	17	2		Experten 2	1	15				
5	6	18	1		Studenten	7	8				
5	6	19	2		Studenten	25	13	12			
5	6	21	2		Studenten	22	13	16	12		
5	6	22	2		Studenten	2					
6	6	23	2		Studenten	12	13	2			
6	6	24	2		Studenten	12	13				
6	6	25	2		Studenten	12	13	8			
6	6	26	1		Studenten	1	6				
7	6	27	2		Experten 2	15	13	14	3		
7	6	28	3		Experten 2	15	19				
7	6	29	2		Experten 2	12	13	3			
7	6	30	1		Experten 2	1	6	3			
8	6	31	2		Experten 3	1	15	12			
8	6	32	2		Experten 3	1	6				
8	6	33	2		Experten 3	1	15				
8	6	34	2		Experten 3	1	6				
8	6	35	2		Experten 3	25	13	12			
9	6	36	1		Experten 2	1	16				
9	6	37	2		Experten 2	16	15				

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
9	6	38	2		Experten 2	13	14	17	12		
9	6	39	2		Experten 2	3	15	13	12		
10	6	40	2		Experten 3	12					
10	6	41	3		Experten 3	17					
10	6	42	2		Experten 3	14					
10	6	43	1		Experten 3	6					
11	6	44	3		Studenten	12	2				
11	6	45	2		Studenten	12					
11	6	46	2		Studenten	12	13	15	16		
11	6	47	2		Studenten	12	13	14			
12	6	49	2		Experten 3	1	6	15			
12	6	50	2		Experten 3	1	15	16			
12	6	51	2		Experten 3	1	15	16			
13	6	52	1		Experten 2	1	6				
13	6	53	2		Experten 2	1					
13	6	54	2		Experten 2	1	15	6			
13	6	55	2		Experten 2	1	15	6			
13	6	56	2		Experten 2	1	15	16			
1	7	1	1K	1	Studenten	27	34				
1	7	2	1K	1	Experten 1	27					
1	7	3	1K	1	Experten 1	1					
1	7	4	1K	1	Experten 1	15	11				
2	7	5	1K	1	Experten 1	27	28				
2	7	6	1		Experten 1	1					
2	7	7	1K	1	Experten 1	1	27				
2	7	8	1		Experten 1	1					
3	7	9	1K	1	Experten 1	28	31				
3	7	10	1K	1	Experten 1	2					
3	7	11	1K	1	Experten 1	27					
3	7	12	1K	1	Experten 1	27	29	6			
3	7	13	1K	1	Experten 1	28	15				
4	7	14	1K	2	Experten 3	1	6				
4	7	15	1K	2	Experten 3	28	1	15			
4	7	16	1K	2	Experten 1	28					
4	7	17	1K	1	Experten 2	32					
5	7	18	1K	2	Studenten	27	28	29			
5	7	19	1K	2	Studenten	27	28	34			
5	7	21	1K	2	Studenten	27					
5	7	22	1		Studenten	4	10				
6	7	23	1		Studenten	4					
6	7	24	1K	1	Studenten	28	10	8			
6	7	25	1K	1	Studenten	28	10	8			
6	7	26	1K	1	Studenten	1	6				
7	7	27	2		Experten 2	15	13	14	3		
7	7	28	1K	1	Experten 2	27	28				

Gruppe_ID	Szenario_ID	Proband_ID	Strategie	Auswahl	Name	Begründung_1	Begründung_2	Begründung_3	Begründung_4	Begründung_5	Begründung_6
7	7	29	1K	1	Experten 2	2					
7	7	30	1		Experten 2	1	6				
8	7	31	2		Experten 3	1	15				
8	7	32	1K	2	Experten 3	27	29				
8	7	33	2		Experten 3	1	15				
8	7	34	1K	2	Experten 3	27					
8	7	35	1K	2	Experten 3	28	2				
9	7	36	1		Experten 2	1	16				
9	7	37	1K	1	Experten 2	2	4				
9	7	38	2		Experten 2	13					
9	7	39	1K	1	Experten 2	2	30				
10	7	40	1K	3	Experten 3	29	31				
10	7	41	1K	3	Experten 3	28	29	32			
10	7	42	1K	3	Experten 3	28	4	31	34		
10	7	43	1K	3	Experten 3	2					
11	7	44	1K	3	Studenten	27	28				
11	7	45	1K	3	Studenten	27	28	7			
11	7	46	1K	3	Studenten	27	28				
11	7	47	1K	3	Studenten	27	28				
12	7	49	1		Experten 3	1	6	15			
12	7	50	2		Experten 3	1	15	16			
12	7	51	2		Experten 3	1	15	16			
13	7	52	1		Experten 2	1					
13	7	53	1K	1	Experten 2	27	28	4			
13	7	54	2		Experten 2	1	15				
13	7	55	2		Experten 2	33	1				
13	7	56	1K	1	Experten 2	1	27	28			

Frage_ID	Gruppe_ID	Name	Proband_ID	Auswahl	Auswahl_text	Auswahl_Code_1	Auswahl_Code_2	Auswahl_Code_3
I	4	Experten 3	15	2	09			
I	4	Experten 1	16	1	08 bis 09			
I	4	Experten 2	17	1	05 bis 09			
I	5	Studenten	18	1	05 bis 12			
I	5	Studenten	19	2	08			
I	5	Studenten	21	2	08 u. 12			
I	5	Studenten	22	1				
I	6	Studenten	23	1	05 bis 08			
I	6	Studenten	24	1	09 bis 12			
I	6	Studenten	25	2	12			
I	6	Studenten	26	1	09 bis 12			
I	7	Experten 2	27	1	05 bis 09			
I	7	Experten 2	28	1	05 bis 09			
I	7	Experten 2	29	1	08 bis 12			
I	7	Experten 2	30	2	12			
I	8	Experten 3	31	1	05 bis 09			
I	8	Experten 3	32	1	05 bis 12			
I	8	Experten 3	33	2	09			
I	8	Experten 3	34	1	05 bis 12			
I	8	Experten 3	35	1	09 bis 12			
I	9	Experten 2	36	1	08 bis 09			
I	9	Experten 2	37	2	09			
I	9	Experten 2	38	2	09			
I	9	Experten 2	39	1	08 bis 12			
I	10	Experten 3	40	1	05 bis 09			
I	10	Experten 3	41	1	08 bis 12			
I	10	Experten 3	42	1	09 bis 12			
I	10	Experten 3	43	1	09 bis 12			
I	11	Studenten	44	1	08 bis 12			
I	11	Studenten	45	1	05 bis 12			
I	11	Studenten	46	1	05 bis 12			
I	11	Studenten	47	1	05 bis 12			
I	12	Experten 3	49	1	09 bis 12			
I	12	Experten 3	50	1	05 bis 09			
I	12	Experten 3	51	1	05 bis 09			
I	13	Experten 2	52	2	12			
I	13	Experten 2	53	1	08 bis 09			
I	13	Experten 2	54	2	09			
I	13	Experten 2	55	2	09 u. 12			
I	13	Experten 2	56	2	09			
II	1	Studenten	1	1	Gewinn steigern			
II	1	Experten 1	2	1	Gewinn steigern			
II	1	Experten 1	3	2	Verlust eingrenzen			
II	1	Experten 1	4	2	Verlust eingrenzen			
II	2	Experten 1	5	1	Gewinn steigern			



Frage_ID	Gruppe_ID	Name	Proband_ID	Auswahl	Auswahl_text	Auswahl_Code_1	Auswahl_Code_2	Auswahl_Code_3
II	2	Experten 1	6	2	Verlust eingrenzen			
II	2	Experten 1	7	1	Gewinn steigern			
II	2	Experten 1	8	1	Gewinn steigern			
II	3	Experten 1	9	2	Verlust eingrenzen			
II	3	Experten 1	10	2	Verlust eingrenzen			
II	3	Experten 1	11	2	Verlust eingrenzen			
II	3	Experten 1	12	2	Verlust eingrenzen			
II	3	Experten 1	13	2	Verlust eingrenzen			
II	4	Experten 3	14	1	Gewinn steigern			
II	4	Experten 3	15	2	Verlust eingrenzen			
II	4	Experten 1	16	2	Verlust eingrenzen			
II	4	Experten 2	17	2	Verlust eingrenzen			
II	5	Studenten	18	1	Gewinn steigern			
II	5	Studenten	19	2	Verlust eingrenzen			
II	5	Studenten	21	2	Verlust eingrenzen			
II	5	Studenten	22	1	Gewinn steigern			
II	6	Studenten	23	2	Verlust eingrenzen			
II	6	Studenten	24	1	Gewinn steigern			
II	6	Studenten	25	1	Gewinn steigern			
II	6	Studenten	26	1	Gewinn steigern			
II	7	Experten 2	27	2	Verlust eingrenzen			
II	7	Experten 2	28	1	Gewinn steigern			
II	7	Experten 2	29	2	Verlust eingrenzen			
II	7	Experten 2	30	2	Verlust eingrenzen			
II	8	Experten 3	31	1	Gewinn steigern			
II	8	Experten 3	32	2	Verlust eingrenzen			
II	8	Experten 3	33	2	Verlust eingrenzen			
II	8	Experten 3	34	1	Gewinn steigern			
II	8	Experten 3	35	1	Gewinn steigern			
II	9	Experten 2	36	1	Gewinn steigern			
II	9	Experten 2	37	1	Gewinn steigern			
II	9	Experten 2	38	3	Irrelevant			
II	9	Experten 2	39	2	Verlust eingrenzen			
II	10	Experten 3	40	1	Gewinn steigern			
II	10	Experten 3	41	2	Verlust eingrenzen			
II	10	Experten 3	42	2	Verlust eingrenzen			
II	10	Experten 3	43	1	Gewinn steigern			
II	11	Studenten	44	2	Verlust eingrenzen			
II	11	Studenten	45	1	Gewinn steigern			
II	11	Studenten	46	1	Gewinn steigern			
II	11	Studenten	47	1	Gewinn steigern			
II	12	Experten 3	49	1	Gewinn steigern			
II	12	Experten 3	50	2	Verlust eingrenzen			
II	12	Experten 3	51	2	Verlust eingrenzen			
II	13	Experten 2	52	1	Gewinn steigern			

Frage_ID	Gruppe_ID	Name	Proband_ID	Auswahl	Auswahl_text	Auswahl_Code_1	Auswahl_Code_2	Auswahl_Code_3
II	13	Experten 2	53	3	Irrelevant			
II	13	Experten 2	54	2	Verlust eingrenzen			
II	13	Experten 2	55	1	Gewinn steigern			
II	13	Experten 2	56	2	Verlust eingrenzen			
III	1	Studenten	1	2	pers. Karriere	1		
III	1	Experten 1	2	2	Umweltgedanke	2		
III	1	Experten 1	3	2	F&E-Neigung	3		
III	1	Experten 1	4	2	pers. Karriere	1		
III	2	Experten 1	5	2	Umweltgedanke, pers. Karriere	1	2	
III	2	Experten 1	6	1				
III	2	Experten 1	7	2	Umweltgedanke, F&E-Neigung, unternehmerisches Bauchgefühl	2	3	4
III	2	Experten 1	8	1				
III	3	Experten 1	9	2	pers. Karriere, Unternehmensstrategie	1	8	
III	3	Experten 1	10	2	pers. Karriere	1		
III	3	Experten 1	11	2	Umweltgedanke, F&E-Neigung, unternehmerisches Bauchgefühl	2	3	4
III	3	Experten 1	12	2	Umweltgedanke, F&E-Neigung, unternehmerisches Bauchgefühl	2	3	4
III	3	Experten 1	13	2	Umweltgedanke	2		
III	4	Experten 3	14	1				
III	4	Experten 3	15	2	Unabhängigkeit von anderen durch F&E	3	8	
III	4	Experten 1	16	2	unternehmerisches Bauchgefühl	4		
III	4	Experten 2	17	2	nur wenn bei betriebswirt. Analyse keine Unterschiede waren	8		
III	5	Studenten	18	2	Risikoaffinität, langfr. Denken und Wirtschaften	5	7	
III	5	Studenten	19	2	Umweltgedanke, langfr. Denken und Wirtschaften	2	7	
III	5	Studenten	21	2	Risikoaversität	6		
III	5	Studenten	22	1				
III	6	Studenten	23	2	Umweltgedanke	2		
III	6	Studenten	24	2	Umweltgedanke	2		

Frage_ID	Gruppe_ID	Name	Proband_ID	Auswahl	Auswahl_text	Auswahl_Code_1	Auswahl_Code_2	Auswahl_Code_3
III	6	Studenten	25	2	Umweltgedanke, Neigung	F&E-2	3	
III	6	Studenten	26	1				
III	7	Experten 2	27	1				
III	7	Experten 2	28	2	Planungshorizont, Eintrittswahrscheinlichkeit, Mitbewerber, Marktdynamik	8		
III	7	Experten 2	29	2	pers. Karriere, Glaube an F&E, Wunsch 08 pos. Businessplan	1	3	8
III	7	Experten 2	30	2	Umweltgedanke, Neigung	F&E-2	3	
III	8	Experten 3	31	2	pers. Karriere	1		
III	8	Experten 3	32	2	F&E-Neigung	3		
III	8	Experten 3	33	1				
III	8	Experten 3	34	1				
III	8	Experten 3	35	2	"langfristiges nachhaltiges Wirtschaften; Abwägen zw. eigenem Vorteil u. wirtschaftl. sowie gesellschaftl. Argumenten"	7	8	
III	9	Experten 2	36	1				
III	9	Experten 2	37	2	pers. Karriere	1		
III	9	Experten 2	38	1				
III	9	Experten 2	39	1				
III	10	Experten 3	40	1				
III	10	Experten 3	41	2	Unternehmensgröße bzw. CO2-Ausstoß zu klein um F&E zu rechtfertigen	8		
III	10	Experten 3	42	2	pers. Karriere, daher eher risikoaverse Strategie, als Eigentümer wäre Verhalten eher risikoaffin	1	6	8
III	10	Experten 3	43	2	Umweltgedanke, Neigung, pers. Karriere	F&E-2	3	1
III	11	Studenten	44	1				
III	11	Studenten	45	2	Umweltgedanke, Neigung, Zukunft d. Unternehmens wichtiger als pers. Karriere	F&E-2	3	7
III	11	Studenten	46	2	pers. Karriere	1		

Frage_ID	Gruppe_ID	Name	Proband_ID	Auswahl	Auswahl_text	Auswahl_Code_1	Auswahl_Code_2	Auswahl_Code_3
III	11	Studenten	47	1				
III	12	Experten 3	49	2	pers. Karriere	1		
III	12	Experten 3	50	1				
III	12	Experten 3	51	2	pers. Karriere	1		
III	13	Experten 2	52	1				
III	13	Experten 2	53	2	pers. Karriere	1		
III	13	Experten 2	54	1				
III	13	Experten 2	55	1				
III	13	Experten 2	56	2	pers. Karriere	1		

