

Forschungsbericht FZKA-BWPLUS

**Wirkungen neuer klimapolitischer Instrumente auf
Innovationstätigkeiten und Marktchancen
baden-württembergischer Unternehmen**

von

Joachim Schleich, Karoline Rogge, Franziska Borkel,
Philipp Hausmann und Kristin Reichardt
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe

Annette Roser, Felix Reitze und Birgit-Jo Frahm
Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES), Karlsruhe

unter Mitarbeit von

Vicki Duscha und Frank Marscheider-Weidemann
Fraunhofer ISI

Förderkennzeichen: BWK 27001

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit
Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

Mai 2010

Inhaltsverzeichnis

Seite

Hintergrund und Zielsetzung	1
1 Klimapolitik und EU-Emissionsrechtehandel	7
1.1 Klimaschutzziele	7
1.2 Internationale Klimapolitik	7
1.3 Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990	9
1.4 Flexible Mechanismen des Kyoto-Protokolls	10
1.4.1 Internationaler Emissionsrechtehandel auf Staatenebene	10
1.4.2 Clean Development Mechanismus	10
1.4.3 Joint Implementation	11
1.4.4 Fazit zu projektbasierten Mechanismen des Kyoto-Protokolls	12
1.5 Der EU-Emissionsrechtehandel für Unternehmen	12
1.5.1 Ausgestaltung des EU-Emissionshandels	14
1.5.2 Zielsetzung des EU-Emissionshandels auf der Makroebene	15
1.5.3 Ausgestaltung des EU-Emissionshandels auf der Mikroebene	16
1.5.4 Empirische Ergebnisse zu EUA-Preisentwicklung und Emissionsbudgets	24
1.5.5 Empirische Ergebnisse zu Zuteilungsmengen und Emissionen in den Beispielsektoren	26
Literatur Kapitel 1	27
2 Theoretische Grundlagen, Forschungsrahmen und Hypothesen	31
2.1 Einführung	31
2.2 Theoretische Grundlagen	32
2.2.1 Umweltökonomik	32
2.2.2 Transaktionskostenökonomik	34
2.2.3 Evolutionsökonomische und managementwissenschaftliche Ansätze	35
2.2.4 Politikrahmen und institutionelle Ausgestaltung	39
2.3 Forschungsrahmen	46
2.4 Zusammenstellen der Hypothesen	49
Literatur Kapitel 2	55
3 Unternehmensfallstudien zur Innovationswirkung von Klimapolitik	65
3.1 Methodik	65
3.2 Ergebnisse für den Stromsektor	68

3.2.1	Auswirkungen auf Forschung und Entwicklung.....	69
3.2.2	Auswirkung auf den Bau von Neuanlagen und Modernisierungen.....	72
3.2.3	Auswirkung auf die Organisationsstrukturen und -prozesse der Unternehmen.....	75
3.2.4	Zusammenfassung der Ergebnisse für den Stromsektor	78
3.3	Ergebnisse für die Zementindustrie.....	81
3.3.1	Auswirkung auf Forschung und Entwicklung.....	83
3.3.2	Auswirkung auf den Bau von Neuanlagen und Modernisierungen.....	87
3.3.3	Auswirkung auf die Organisationsprozesse und -strukturen der Unternehmen.....	91
3.3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse für die Zementindustrie	93
3.4	Ergebnisse für die Papier- und Zellstoffbranche	95
3.4.1	Auswirkung auf Forschung und Entwicklung.....	97
3.4.2	Auswirkung auf den Bau von Neuanlagen und Modernisierungen.....	99
3.4.3	Auswirkung des EU-Emissionshandels auf die Organisationsstrukturen und -prozesse der Unternehmen.....	102
3.4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse für die Papier- und Zellstoffbranche	104
3.5	Sektorvergleich.....	106
	Literatur Kapitel 3.....	109
4	Umfrage zur Innovationswirkung von Klimapolitik	111
4.1	Methodisches Vorgehen.....	111
4.1.1	Identifizierung der Unternehmen und Umfrageteilnehmer.....	111
4.1.2	Ausarbeitung und Umsetzung des Fragebogens	113
4.1.3	Durchführung der Umfrage.....	113
4.1.4	Analyse der Ergebnisse.....	114
4.2	Deskriptive Analyse für den Stromsektor	115
4.2.1	Umfrageergebnisse für Stromerzeugungsunternehmen	115
4.2.2	Umfrageergebnisse für Technologieanbieter von Stromerzeugungstechnologien.....	159
4.2.3	Zusammenfassung Umfrageergebnisse Strom	179
4.3	Deskriptive Analyse für die Papierindustrie	186
4.3.1	Umfrageergebnisse für Papier- und Zellstoffhersteller	186
4.3.2	Umfrageergebnisse für Technologieanbieter von Anlagen zur Papier- und Zellstoffproduktion.....	224
4.3.3	Zusammenfassung Umfrageergebnisse Papier	241
4.4	Sektorvergleich.....	247
4.5	Hypothesenprüfung	249

4.5.1	FuE, Adoption Neuanlagen und Modernisierung	249
4.5.2	Organisatorische Veränderungen	251
	Literatur Kapitel 4	257
5	Abschätzung des Marktpotentials für baden-württembergische Unternehmen	259
5.1	Ziel der Untersuchung	259
5.2	Methodik	259
5.2.1	Patente.....	260
5.2.2	Außenhandel.....	261
5.2.3	CDM-Markt.....	262
5.3	Ergebnisse	264
5.3.1	Patentanalyse	264
5.3.2	Außenhandelsanalyse	267
5.3.3	Abschätzung der Größe des CDM-Marktes und seiner weiteren Entwicklung	269
5.4	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse: Marktchancen des CDM für baden-württembergische Industrieunternehmen	272
	Literatur Kapitel 5	274
6	Zusammenfassung und Politikempfehlungen.....	275
6.1	Hintergrund	275
6.2	Ziel	275
6.3	Methodik	276
6.4	Ergebnisse.....	276
6.4.1	Fallstudien.....	276
6.4.2	Umfrage	278
6.5	Analyse Marktchancen.....	283
6.6	Fazit	284
6.7	Empfehlungen.....	285
	Anhang 1: Fragebögen	287
	Produzenten-Fragebogen	287
	Fragebogen für Technologieanbieter	306
	Anhang 2: Statistische Grundlage für Ergebnisse zu Hypothesentests.....	319

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1-1: Preise für EUA Futures seit 2005.....	25
Abbildung 2-1: Interdisziplinärer Untersuchungsrahmen	49
Abbildung 3-1: Interdisziplinärer Untersuchungsrahmen	68
Abbildung 4-1: Umsatz und Beschäftigte des Stromsektors im Jahr 2008.....	116
Abbildung 4-2: Anteil der Elektrizitätserzeugung am Gesamtumsatz im Jahr 2008	117
Abbildung 4-3: Häufigkeit der Energieträger bzw. Technologien	118
Abbildung 4-4: Durchschnittlicher Portfolioanteil der Energieträger bzw. Technologien.....	119
Abbildung 4-5: Stromerzeugungskapazitäten nach Energieträgern von Deutschland insgesamt (links) und von den befragten Unternehmen (rechts)	120
Abbildung 4-6: KWK-Anteile an der Stromerzeugung der befragten Unternehmen	121
Abbildung 4-7: Anteil der Brennstoffkosten am Umsatz.....	122
Abbildung 4-8: Betroffenheit von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise.....	123
Abbildung 4-9: Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen.....	125
Abbildung 4-10: Bewertung der Anfangsausstattung der Unternehmen mit CO ₂ -Zertifikaten.....	126
Abbildung 4-11: Betroffenheit des Stromsektors von bestimmten klimapolitischen Instrumenten.....	128
Abbildung 4-12: Erwartete CO ₂ -Preisentwicklung im Stromsektor.....	130
Abbildung 4-13: Auswirkungen von Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen im Stromsektor.....	131
Abbildung 4-14: Investitionen in Neuanlagen	133
Abbildung 4-15: Veränderung des Investitionsvolumens bei Neuanlagen	134
Abbildung 4-16: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Neuanlageninvestitionen.....	135
Abbildung 4-17: Relevanz der Gratiszuteilung bei Investitionen in Neuanlagen.....	137
Abbildung 4-18: Auswirkungen der Gratiszuteilung bei Neuanlageninvestitionen auf verschiedene Aspekte	138
Abbildung 4-19: Technischer Neuheitsgrad der Investitionen in Neuanlagen.....	139
Abbildung 4-20: Investitionen des Stromsektors in Modernisierungsmaßnahmen	141
Abbildung 4-21: Veränderung Investitionsvolumen bei Modernisierungen	142

Abbildung 4-22: Relevanz der Faktoren bei Modernisierungen.....	143
Abbildung 4-23: Relevanz Gratiszuteilung bei Modernisierungen	144
Abbildung 4-24: Auswirkung des EU-EH auf Modernisierung	145
Abbildung 4-25: Investitionen in FuE	147
Abbildung 4-26: Veränderung des Investitionsvolumens bei FuE	148
Abbildung 4-27: Relevanz ausgewählter Faktoren bei FuE-Entscheidungen.....	149
Abbildung 4-28: Technologischer Neuheitsgrad der FuE-Aktivitäten	150
Abbildung 4-29: Vergleich der Investitionstätigkeiten nach Volumenveränderungen	151
Abbildung 4-30: Organisatorische Veränderungen.....	154
Abbildung 4-31: Investitionen in neue Märkte.....	156
Abbildung 4-32: Relevanz ausgewählter Faktoren für Investitionen in neue Regionen	157
Abbildung 4-33: Umsatz und Beschäftigte der Technologieanbieter im Jahr 2008.....	160
Abbildung 4-34: Produkte für den Stromsektor.....	161
Abbildung 4-35: Betroffenheit der Technologieanbieter von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise	162
Abbildung 4-36: Betroffenheit der Technologieanbieter von den politischen Rahmenbedingungen	163
Abbildung 4-37: Auswirkung der Klimapolitik auf die Technologieanbieter	164
Abbildung 4-38: Bewertung der Klimapolitik auf die Endnutzer der Produkte von den Technologieanbietern	166
Abbildung 4-39: Veränderung des Absatzes der Technologieanbieter in verschiedenen Bereichen	167
Abbildung 4-40: Gestiegene Absatzmärkte nach Ländergruppen	168
Abbildung 4-41: Veränderung der Bedeutung von Produkten mit hoher Energieausbeute bei der Nachfrageentwicklung	171
Abbildung 4-42: Verkauf von Produkten mit der höchsten Energieeffizienz nach Regionen bei den Technologieanbietern	172
Abbildung 4-43: Relevanz der Faktoren bei Entwicklung der Gesamtnachfrage der Technologieanbieter	173
Abbildung 4-44: Bedeutung von Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung.....	174
Abbildung 4-45: Änderung der Klimapolitik auf Investitionsentscheidung in FuE-Aktivitäten	175
Abbildung 4-46: Relevanz von Faktoren bei Investitionen in FuE	176
Abbildung 4-47: Technologischer Neuheitsgrad bei FuE-Aktivitäten.....	178
Abbildung 4-48: Organisatorische Veränderungen.....	179

Abbildung 4-49: Vergleich der Betroffenheit von der allgemeinen Klimapolitik zwischen Stromerzeugern und Technologieanbietern	181
Abbildung 4-50: Einfluss der Innovationsaktivitäten auf die CO ₂ -Intensität der Stromerzeuger und Technologieanbieter	183
Abbildung 4-51: Vergleich der Relevanz des EU-Emissionshandel bei Investitionsentscheidungen der Stromerzeugungsunternehmen und Technologieanbietern	184
Abbildung 4-52: Umsatz und Beschäftigte der Papierproduzenten im Jahr 2008	187
Abbildung 4-53: Produktportfolio der Papierproduzenten	188
Abbildung 4-54: Energiekostenanteil am Umsatz	189
Abbildung 4-55: Anteil der Energieträger	190
Abbildung 4-56: Veränderung eingesetzter Energieträger in den Jahren 2005-2009	190
Abbildung 4-57: Altpapiereinsatzquote	191
Abbildung 4-58: Betroffenheit von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise	193
Abbildung 4-59: Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen	195
Abbildung 4-60: Bewertung der Anfangsausstattung von CO ₂ -Zertifikaten	196
Abbildung 4-61: Betroffenheit der Papierproduzenten von bestimmten klimapolitischen Instrumenten	198
Abbildung 4-62: Einschätzung der Entwicklung des CO ₂ -Preises	199
Abbildung 4-63: Neuanlageninvestitionen in verschiedenen Bereichen	200
Abbildung 4-64: Veränderung des Investitionsvolumens bei Neuanlagen	201
Abbildung 4-65: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionen in Neuanlagen	202
Abbildung 4-66: Relevanz der Gratiszuteilung bei Investitionen in Neuanlagen	204
Abbildung 4-67: Auswirkungen der Gratiszuteilung auf verschiedene Aspekte bei Investitionen in Neuanlagen	204
Abbildung 4-68: Technischer Neuheitsgrad der Investitionen in Neuanlagen	205
Abbildung 4-69: Modernisierungsmaßnahmen in verschiedenen Bereichen	207
Abbildung 4-70: Veränderung des Investitionsvolumens bei Investitionen in Modernisierungen	208
Abbildung 4-71: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionen in Modernisierungen	209
Abbildung 4-72: Relevanz der Gratiszuteilung bei Investitionen in Modernisierungen	210
Abbildung 4-73: Auswirkung des EU-Emissionshandels auf Modernisierungsentscheidungen	211

Abbildung 4-74: Änderung der CO ₂ -Intensität durch Modernisierungsmaßnahmen	211
Abbildung 4-75: FuE-Investitionen in verschiedenen Bereichen	212
Abbildung 4-76: Veränderung des Investitionsvolumens bei Investitionen in FuE	213
Abbildung 4-77: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionsentscheidungen in FuE.....	214
Abbildung 4-78: Technologischer Neuheitsgrad der FuE-Aktivitäten	215
Abbildung 4-79: Vergleich der Investitionstätigkeiten nach Volumenveränderungen	216
Abbildung 4-80: Auswirkungen von Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen der Papierproduzenten.....	219
Abbildung 4-81: Organisatorische Veränderungen bei den Papierproduzenten	220
Abbildung 4-82: Investitionen der Papierproduzenten in neue Märkte	222
Abbildung 4-83: Umsatz und Beschäftigte der Technologieanbieter im Jahr 2008.....	225
Abbildung 4-84: Produktportfolio der Technologieanbieter.....	225
Abbildung 4-85: Betroffenheit der Technologieanbieter von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise	227
Abbildung 4-86: Betroffenheit der Technologieanbieter von den politischen Rahmenbedingungen	228
Abbildung 4-87: Auswirkung der Klimapolitik auf die Technologieanbieter	229
Abbildung 4-88: Bewertung der Klimapolitik auf die Endnutzer der Produkte von den Technologieanbietern	230
Abbildung 4-89: Absatzentwicklung der Produkte der Technologieanbieter	232
Abbildung 4-90: Absatzmärkte der Technologieanbieter nach Ländergruppen.....	232
Abbildung 4-91: Veränderung der Bedeutung von Energieeffizienz bei der Nachfrageentwicklung der Technologieanbieter	233
Abbildung 4-92: Verkauf von Produkten der Technologieanbieter mit der höchsten Energieeffizienz nach Regionen	234
Abbildung 4-93: Relevanz ausgewählter Faktoren bei der Entwicklung der Gesamtnachfrage der Technologieanbieter	236
Abbildung 4-94: Bedeutung von Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung der Technologieanbieter	236
Abbildung 4-95: Änderung des Einflusses von Klimapolitik auf die Investitionsentscheidung der Technologieanbieter bei FuE-Aktivitäten	238
Abbildung 4-96: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionsentscheidungen der Technologieanbieter in FuE	239

Abbildung 4-97: Anteil der technologischen Durchbrüche bei FuE-Aktivitäten der Technologieanbieter	240
Abbildung 4-98: Organisatorische Veränderungen bei den Technologieanbietern.....	241
Abbildung 4-99: Vergleich der Betroffenheit von der allgemeinen Klimapolitik zwischen Papierproduzenten und Technologieanbietern.....	244
Abbildung 4-100: Einfluss der Innovationsaktivitäten auf die CO ₂ -Intensität der Papierproduzenten und Technologieanbieter	245
Abbildung 4-101: Vergleich der Relevanz des EU-Emissionshandel bei Investitionsentscheidungen der Papierproduzenten und Technologieanbietern.....	246
Abbildung 5-1: Anteil der Patente aus Baden-Württemberg an den deutschen Anmeldungen (in %)	265
Abbildung 5-2: Anteil der Patente aus Deutschland an den weltweiten Anmeldungen (in %).....	265
Abbildung 5-3: RPA der 3 Sektoren in BW (im Vergleich zu Deutschland).....	266
Abbildung 5-4: Welthandelsanteile baden-württembergischer Industriesektoren.....	267
Abbildung 5-5: Welthandelsanteile deutscher Industriesektoren	268
Abbildung 5-6: RCA baden-württembergischer Industriesektoren	269
Abbildung 5-7: Jährliche CDM-Marktgrößen 2005 bis 2009.....	270
Abbildung 5-8: Abschätzung der baden-württembergischen Export- und Patentanteile (je im Vergleich zu Deutschland) in EET, Papier- und Zementanlagenbau sowie die CDM-Marktgrößen (blaue Kreise) im Jahr 2020.....	273
Abbildung 6-1: Abschätzung der baden-württembergischen Export- und Patentanteile (je im Vergleich zu Deutschland) in EET, Papier- und Zementanlagenbau sowie der CDM-Marktgrößen (blaue Kreise) im Jahr 2020.....	283

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1-1: Kyoto-Ziele und Zielerreichung für Kyoto Treibhausgase	9
Tabelle 1-2: Überblick Ausgestaltung EU-Emissionshandel mit Schwerpunkt Beispielsektoren	22
Tabelle 1-3: Überblick zu Zuteilungsmengen und Emissionen in Beispielsektoren	27
Tabelle 2-1: Zusammenstellung der Hypothesen.....	50
Tabelle 3-1: Überblick über Unternehmensfallstudien.....	66
Tabelle 3-2: Überblick über die Auswirkungen der Klimapolitik auf den Stromsektor in Deutschland	79
Tabelle 3-3: Überblick über die Auswirkungen der Klimapolitik auf die Zementbranche in Deutschland.....	94
Tabelle 3-4: Überblick über die Auswirkungen der Klimapolitik auf die Papierbranche in Deutschland	104
Tabelle 4-1: Anzahl der Unternehmen und Antwortverhalten nach Gruppe und Sektoren	114
Tabelle 4-2: Kreuztabelle Betroffenheit CO ₂ -Preis und Bewertung der kostenlosen Anfangsausstattung der Emissionsrechte in 1. Handelsperiode	124
Tabelle 4-3: Kreuztabelle Anstieg des Investitionsvolumens für Stein-/ Braunkohle und KWK für den Fünfjahreszeitraum 2005-2009	134
Tabelle 4-4: Rangfolge der wichtigsten Einflussfaktoren nach Investitionstätigkeit	152
Tabelle 4-5: Rangfolge der klimapolitischen Instrumente nach Investitionstätigkeit	153
Tabelle 4-6: Arten des Kaufes von CDM-Zertifikaten	158
Tabelle 4-7: Gründe gegen den Kauf von CDM-Zertifikate	159
Tabelle 4-8: Vergleich der Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidungen der Stromerzeugungsunternehmen und Technologieanbieter	185
Tabelle 4-9: CO ₂ -Intensitäten der Produktgruppen	192
Tabelle 4-10: Kreuztabelle zwischen der Betroffenheit der CO ₂ -Preise und der Bewertung der kostenlosen Anfangsausstattung von Emissionsrechten	194
Tabelle 4-11: Mann-Whitney-Test: Bewertung klimapolitischer Maßnahmen bei Investitionen in Neuanlagen	203
Tabelle 4-12: Rangfolge der wichtigsten Einflussfaktoren nach Investitionstätigkeit	217

Tabelle 4-13:	Rangfolge der klimapolitischen Instrumente nach Investitionstätigkeit.....	217
Tabelle 4-14:	Arten des Kaufes von CDM Zertifikaten.....	223
Tabelle 4-15:	Gründe gegen den Kauf von CDM-Zertifikaten.....	224
Tabelle 4-16:	Kreuztabelle zwischen der eigenen Betroffenheit und der Betroffenheit des Endkunden von der Allgemeinen Klimapolitik bis 2020	230
Tabelle 4-17:	Vergleich der Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidungen der Papierproduzenten und Technologieanbieter.....	247
Tabelle 4-18:	Sektorvergleich der deskriptiven Umfragestatistik (Strom und Papier).....	248
Tabelle 4-19:	Überblick Hypothesenprüfung.....	253
Tabelle 5-1:	Schätzung der CDM-Marktanteile Baden-Württembergs und Deutschlands für das Jahr 2020	271
Tabelle 6-1:	Sektorvergleich der deskriptiven Umfragestatistik (Strom und Papier).....	279

Abkürzungsverzeichnis

AA	Assigned Amount
AAU	Assigned Amount Units
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BvT	Beste verfügbare Techniken
BW	Baden-Württemberg
CDM	Clean Development Mechanism (Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung)
CER	Zertifizierte Emissionsreduktionen (aus CDM-Projekt)
CH ₄	Methan
CITL	Community Independent Transaction Log
CO ₂	Kohlendioxid
COP	Conference of the Parties (Vertragsstaatenkonferenz)
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DEV	Datenerhebungsverordnung
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DPMA	Deutsches Patent- und Markenamt
EB	Emissionsberechtigung
EB	Executive Board
ECX	European Climate Exchange
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EET	Energieerzeugungstechnologien
EEX	European Energy Exchange
EU-EH	EU Emissionshandel
EH	Emissionsrechtehandel
EP	Europäisches Patentamt
ERU	Emission Reduction Unit (aus JI-Projekt)
ETS	Emission Trading System
EU	Europäische Union
EU-EH	EU Emissionshandel
EU ETS	EU Emission Trading System
EUA	Europäische Umweltagentur
FuE	Forschung und Entwicklung
GHG	Greenhouse Gas (Treibhausgas)
GWh	Gigawattstunde
GWP	Global Warming Potential (Globales Erwärmungspotenzial)
HFCs	Hydrogenated Fluoro Carbons (Fluorkohlenwasserstoffe)
H-FKW	Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
IEA	Internationale Energie Agentur
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen)

ITL	International Transaction Log
JI	Joint Implementation (Gemeinsame Umsetzung)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KP	Kyoto-Protokoll
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MWh	Megawattstunde
n	Stichprobenumfang
N ₂ O	Distickstoffoxid
NAP	Nationaler Allokationsplan
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development (Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
PDD	Project Design Document
PFKW	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
RCA	Revealed Comparative Advantage
RPA	Relativer Patentanteil
SF ₆	Schwefelhexafluorid
t CO ₂ -Äqu.	Tonne CO ₂ -Äquivalent
TEHG	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz
UNEP	United Nations Environment Programme
UBA	Umweltbundesamt
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen)
VET	Verified Emission Table (verifizierte Emissionsmengen)
WA	Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für globale Umweltveränderungen
WEC	World Energy Council (Weltenergierat)
WIPO	World Intellectual Property Organization
WTO	World Trade Organisation (Welthandelsorganisation)
ZuG	Zuteilungsgesetz
ZuV	Zuteilungsverordnung

Hintergrund und Zielsetzung

Der Klimawandel ist eine der bedeutendsten Herausforderungen unserer Zeit, und erfordert substantielle Anstrengungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, um die drastischen Folgen der bereits stattfindenden globalen Erwärmung einzudämmen (IPCC 2007; Stern 2006). Auf der internationalen Klimakonferenz in Kopenhagen im Dezember 2009 haben sich wichtige politische Führer für eine Beschränkung der globalen Erwärmung auf 2 °C ausgesprochen (UNFCCC 2009b). Dies erfordert eine tiefgreifende Senkung der weltweiten Treibhausgasemissionen in den kommenden Jahren und Jahrzehnten und macht eine radikale Neuausrichtung und Beschleunigung des technologischen Wandels hin zu kohlenstoffarmen und kohlenstofffreien Lösungen unumgänglich. Politiken wie beispielsweise der Emissionshandel als weltweit bevorzugtes Instrument zur Etablierung eines CO₂-Preises spielen dabei eine entscheidende Rolle.

Bereits 1997 wurde im japanischen Kyoto das sogenannte *Kyoto-Protokoll* angenommen, in dem sich die Industrie- und Transformationsländer erstmalig zur Reduktion bzw. zur Begrenzung ihrer Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) bis zum Zeitraum 2008 bis 2012 verpflichteten (UNFCCC 1997). Zehn Jahre später einigte sich die Staatengemeinschaft auf der Klimakonferenz in Bali im Dezember 2007 auf einen Fahrplan für die Verhandlungen über ein Folgeabkommen zum Kyoto-Protokoll. Im Rahmen einer angemessenen globalen Vereinbarung würde sich die EU zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 30 % gegenüber dem Niveau von 1990 verpflichten, ansonsten immerhin zu einer Reduktion von 20 % (EU 2008a). Deutschland ist sogar gemäß Koalitionsvertrag von Union und FDP bereit, eine überproportionale Minderung von 40 % zu erbringen (CDU et al. 2010).

Zum Erreichen der klimapolitischen Ziele können Staaten und Unternehmen auf neue, marktbasierende klimapolitische Instrumente zurückgreifen, darunter die projektbezogenen Kyoto-Mechanismen *Clean Development Mechanism* (CDM) für Investitionen in Entwicklungsländern und *Joint Implementation* (JI) für Emissionsminderungsprojekte in Industrie- und Transformationsländern. Diese so genannten Flexiblen Mechanismen sollen dazu führen, dass Emissionsminderungen dort durchgeführt werden, wo dies am kostengünstigsten möglich ist. Zu den neuen klimapolitischen Instrumenten zählt auch der EU-Emissionshandel (EU-EH) für Unternehmen, an dem seit 2005 europaweit 11.125 emissionsintensive Anlagen aus Stromsektor und Industrie teilnehmen (Europäisches Register CITL 9.1.2008). Allein in Deutschland fallen ca. 1.850 Anlagen unter die entsprechende Emissionshandelsrichtlinie (EU 2003; 2004a; 2008b), wovon mit 173 Anlagen knapp 10 % in Baden-Württemberg stehen (DEHSt 2004). In 2005 waren diese Anlagen – entgegen dem gesamtdeutschen Trend einer Überausstattung – von

einer Unterausstattung mit Emissionsrechten¹ in Höhe von 4,4 % und in 2006 in Höhe von 2,2 % betroffen.

Der EU-EH soll gewährleisten, dass die Emissionsziele zu minimalen Kosten erreicht werden und dass globale Innovationen angestoßen werden (EU 2005). Inwiefern sich diese Ziele erschließen lassen, hängt allerdings entscheidend von der institutionellen Ausgestaltung des Systems und vom Verhalten der betroffenen Unternehmen ab. Anreizstrukturen und Akteursverhalten bestimmen letztendlich auch, in welchen Schritten sich der technische Fortschritt vollzieht, d. h. ob es, wenn überhaupt, eher zu inkrementellen Veränderungen kommt, oder ob Technologiesprünge in Form von Basisinnovationen zu erwarten sind. Neben dem Handel mit Emissionsrechten oder der Durchführung von Vermeidungsmaßnahmen können Unternehmen auf Grundlage der so genannten Linking-Directive (EU 2004b) auch auf die projektbasierten Mechanismen zurückgreifen.

Die neuen klimapolitischen Instrumente bewirken eine erhöhte Nachfrage nach CO₂-armen Produktionsverfahren (market pull, verursacht durch einen regulatory pull), gleichzeitig können sie Innovationseffekte bei den Technologieanbietern (Anlagenbauern) auslösen, deren FuE-Aktivitäten verstärkt in die Entwicklung von CO₂-armen Verfahren gelenkt werden (technology push) (Dosi 1988; Rennings 2000). Je nach Art und Komplexität der Technik ist dabei die Interaktion zwischen Technologienutzern und Entwicklern von Bedeutung (Pavitt 1984). Neue Marktchancen ergeben sich für Technologieanbieter, die in der Lage sind, diese CO₂-armen Techniken herzustellen und an Kunden aus dem In- und gegebenenfalls Ausland zu vermarkten.

Vor diesem Hintergrund ist das primäre Ziel des Forschungsvorhabens, das von Fraunhofer-ISI sowie IREES² als Unterauftragnehmer durchgeführt wurde, die Analyse der Innovationseffekte der neuen klimapolitischen Instrumente EU-Emissionshandel (EU-EH) und der projektbezogene Kyoto-Mechanismen, insbesondere des Clean Development Mechanism (CDM).

1 Statt Emissionsrecht werden im Bericht auch die Begriffe Zertifikate, EU Allowances (EUA) oder Emissionsberechtigungen synonym verwendet.

2 Die IREES GmbH wurde zum 1. Januar 2006 als BSR Sustainability GmbH gegründet. Die Namensänderung zu IREES fand während der Laufzeit des Vorhabens zum 1. Juli 2009 statt.

Dabei konzentriert sich die empirische Analyse auf die drei Branchen, die im Rahmen des EU-Emissionshandels für Baden-Württemberg am relevantesten sind – i.e. die Herstellung von Strom (inkl. Kraft-Wärme-Kopplung), Zement sowie Papier.³ Untersucht werden Art und Umfang der induzierten Innovationstätigkeiten der Unternehmen, der Einfluss auf die Technologieentwicklung sowie auf die Interaktion zwischen Anwendern und Entwicklern CO₂- und/oder energieeffizienter Anlagen sowie mögliche sektorale Unterschiede im Innovationsverhalten der betroffenen Unternehmen. Ein besonderer Fokus der Untersuchungen liegt auf den Wirkungen der Ausgestaltungsregeln des Emissionshandels in Deutschland, daneben werden auch die deutschen Rahmenbedingungen zur Nutzung der projektbezogenen Mechanismen berücksichtigt. Als sekundäres Ziel werden die Marktchancen, die aus den neuen klimapolitischen Instrumenten vor allem für baden-württembergische Unternehmen resultierenden, betrachtet.

Im Kontext dieses Forschungsvorhabens werden Klimaschutzinnovation in Anlehnung an das Oslo-Manual definiert als die Implementierung eines neuen oder signifikant verbesserten Produkts (inkl. Dienstleistung), Prozesses, einer Marketingmethode oder einer organisatorische Methode in die unternehmerische Praxis, die zu einer Reduktion von Treibhausgasemissionen führt (OECD 2005: 46). Der Fokus der Untersuchung liegt allerdings auf Prozess- und Produktinnovationen. Dabei werden die drei Innovationsdimensionen Forschung und Entwicklung, Adoption und Organisatorischer Wandel unterschieden.

Grundlage für die Generierung von Hypothesen zur Innovationswirkung der neuen Instrumente der Klimapolitik bildet ein interdisziplinärer Theorierahmen, der primär auf zwei wesentlichen Theoriesträngen fußt: der neoklassisch fundierten Umweltökonomik (ergänzt um Ansätze der Transaktionskostenökonomik) sowie den evolutiv geprägten Innovationsstudien (mit Fokus auf Evolutivischer Ökonomik und ressourcenbasiertem Ansatz der Managementwissenschaften). Dabei werden explizit auch Aspekte berücksichtigt, die sich aus der Einbindung der klimapolitischen Instrumente in den Politikrahmen sowie aus der konkreten institutionellen Ausgestaltung ergeben.

³ Wie in der Vorhabenbeschreibung vom 15. Juli 2007 dargestellt, gibt es partiell inhaltliche und organisatorische Überlappungen mit dem von der VW-Stiftung geförderten Projekt „Corporate climate strategies in response to international market-based climate policies. A system's perspective on the roles of European technology providers and power utilities“, das von Fraunhofer ISI (Prof. Dr. Joachim Schleich, Karoline Rogge) und der ETH Zürich (Prof. Dr. Volker Hoffmann, Dr. Malte Schneider, Tobias Schmidt) durchgeführt wird. Synergieeffekte ergaben sich bei der Theorieentwicklung und den empirischen Arbeiten im Stromsektor (Fallstudien Strom, Fragebogenentwicklung Strom, Umfrage Strom). Wir bedanken uns bei unseren ETH-Partnern für die konstruktive Zusammenarbeit.

Der empirische Teil des Projekts besteht zum einen aus Unternehmensfallstudien mit Produzenten und Anlagenbauern in den drei Sektoren (Kapitel 3). Zum anderen wurde eine deutschlandweite Online-Breitenerhebungen bei EU-EH-Unternehmen sowie Anlagenbauern durchgeführt. Mit Hilfe der Ergebnisse, die statistisch aufbereitete und ausgewertet wurden, werden die aufgestellten Hypothesen getestet. Zur Abschätzung des Marktpotenzials für baden-württembergische Technologieanbieter in den betrachteten Branchen wurden für die drei Sektoren Patent- und Außenhandelsanalysen durchgeführt.

Dieser Bericht ist wie folgt aufgebaut. Nach der Einleitung folgen fünf weitere Kapitel. Kapitel 1 beinhaltet eine Beschreibung der klimapolitischen Rahmenbedingungen, insbesondere der institutionellen Regelungen, die für den EU-EH sowie die projektbasierten Mechanismen im Rahmen des Forschungsvorhabens relevant sind. In Kapitel 2 werden die theoretischen Konzepte, die der Generierung von Hypothesen zugrundeliegen beschrieben. Kapitel 3 beinhaltet die Fallstudien mit Emissionshandelsunternehmen und Technologieanbietern in den Sektoren Stromerzeugung, Zementproduktion sowie Papier- und Faserstoffherstellung. Die Breitenbefragung mit deskriptiven Ergebnissen sowie der Überprüfung der Hypothesen findet sich in Kapitel 4. Das Schlusskapitel fasst schließlich die wesentlichen Ergebnisse des Projekts zusammen und gibt Anhaltspunkte für Veränderungen für Politik und Unternehmen mit dem Ziel, die Innovationswirkungen der betrachteten klimapolitischen Instrumente zu verstärken.⁴

⁴ Die Autoren bedanken sich bei den teilnehmenden Unternehmen und interviewten Experten für ihre Mitwirkung und wertvollen Beiträge zum Gelingen des Forschungsvorhabens. Weiterhin bedanken wir uns bei den Kollegen Wolfgang Eichhammer und Nicki Helfrich für ihre Hilfe bei den Patent- und Außenhandelsanalysen, bei den studentischen Hilfskräften Fabian Baier, Robin Born, Christine Gutekunst, Andrea Maute, David Ta, Jürgen Weber, Johanna Wietschel, Wen Yang, Sara Ziegler und Lea Zwicky für ihre Unterstützung, sowie Ralph Helbig und Rebecca Rangnow für den IT-Support. Abschließend gilt unser Dank Brigitte Kallfaß und Bärbel Katz für die Formatierung des Berichts.

Literatur

- CDU; CSU; FDP (2010): Wachstum. Bildung. Zusammenhalt. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU,CSU und FDP, Berlin.
- DEHSt (2004): Emissionshandel in Deutschland: Verteilung der Emissionsberechtigungen für die erste Handelsperiode 2005-2007. Daten und Fakten zur Zuteilung der Emissionsberechtigungen an 1.849 Anlagen, Berlin: DEHSt.
- Dosi, G. (1988): Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. In: *Journal of Economic Literature*, 26 (3), S. 1120-1171.
- EU (2003): Directive 2003/87/EC of the European Parliament and the Council of 13 October 2003 Establishing a Scheme for Greenhouse Gas Emission Allowance Trading within the Community and Amending Council Directive 96/61/EC, S. 32-46.
- EU (2004b): Directive 2004/101/EC of the European Parliament and the Council of 27 October 2004 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms, S. 18-23.
- EU (2004a): Directive 2004/101/EC of the European Parliament and the Council of 27 October 2004 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms, S. 18-23.
- EU (2005): EU action against climate change: EU emission trading - an open scheme promoting global innovation, Commission, E.U. (Hrsg.), Brussels: European Community.
- EU (2008a): Climate action and renewable energy package, Strasbourg: European Parliament; European Council.
- EU (2008b): Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community, 0013, Brüssel.
- IPCC (2007): Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- OECD (2005): Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd edition, OECD (Hrsg.), Paris: OECD.
- Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. In: *Research Policy*, 13 (6), S. 343-373.
- Rennings, K. (2000): Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics. In: *Ecological Economics*, 32 (2), S. 319-332.
- Stern, N. (2006): *The Economics of Climate Change – The Stern Review*, Cambridge: Cambridge University Press.
- UNFCCC (1997): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, New York: UN.
- UNFCCC (2009): Copenhagen Accord, Decision -/CP.15.

1 Klimapolitik und EU-Emissionsrechtehandel

1.1 Klimaschutzziele

Langfristiges Ziel der internationalen Klimapolitik ist es, die vom Menschen verursachte (anthropogene) Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem klimaverträglichen Niveau zu stabilisieren. Der WBGU (2003) hält dafür eine Stabilisierung der atmosphärischen CO₂-Konzentration bei 450 ppm für erforderlich, um einen noch „tolerablen“ Temperaturanstieg von maximal 2 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu erreichen. Diese entspricht in etwa dem Doppelten der vorindustriellen Konzentration. Dazu müssen nach Auffassung des vierten Sachstandsberichts des zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimawandel IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) (2007) die Treibhausgasemissionen bis 2050 weltweit um mindestens 50-85 % gegenüber dem Niveau des Jahres 2000 reduziert werden. In Anbetracht der prognostizierten Treibhausgasentwicklung, die primär durch die erwartete Wirtschaftsdynamik in Asien geprägt sein wird, müssten die Industrieländer ihre Emissionen bis 2050 daher um 80-95 % drosseln. Diese Ziele haben zuletzt der Gipfel der G8-Staaten und der Gruppe der 16 größten Industrie- und Schwellenländer im Juli 2009 in L'Aquila wie auch die Europäische Union (2009) erneut bekräftigt. Die EU selbst wäre bereit, als Zwischenziel bis 2020 mindestens 20 % ihres Treibhausgasausstoßes (gegenüber 1990) einzusparen. Sofern sich auch andere Industrieländer zu ambitionierten Klimaschutzzielen verpflichteten, wäre die EU bereit, um 30 % zu reduzieren. Diese Ziele hatte die Europäische Union bereits im Jahr 2008 im Klima- und Energiepaket formuliert (Europäische Kommission 2008). Für Deutschland hält auch die neue Bundesregierung am Reduktionsziel der Vorgängerregierungen von 40 % fest (CDU, CSU, FDP 2009).

1.2 Internationale Klimapolitik

Auf der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahr 1992 wurde das Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) beschlossen. Diese Klimarahmenkonvention ist seit 1994 völkerrechtlich bindend und wurde mittlerweile von 193 Staaten unterzeichnet. Die Klimarahmenkonvention hält die Industrieländer dazu an, eine „Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird“. Unterzeichnerstaaten der Klimarahmenkonvention, die sich unter anderem zur Förderung von nationalen Politiken und Maßnahmen zur THG-Reduktion verpflichtet haben, werden auch als Annex-I-Staaten bezeichnet, da sie explizit in Anhang I der Konvention aufgelistet sind.

Im Dezember 1997 haben sich schließlich 38 Industrie- und Transformationsländer im japanischen Kyoto verpflichtet, ihren Ausstoß an den sechs wichtigsten anthropogenen Treibhausgasen⁵ im Mittel der Jahre 2008-2012 um insgesamt 5,2 % gegenüber 1990 zu senken. Im so genannten Kyoto-Protokoll wurden erstmals völkerrechtlich bindende und überprüfbare Ziele festgelegt. Diese sind in Anhang B zum Kyoto-Protokoll spezifiziert. Mit der Ratifizierung durch Russland konnte das Kyoto-Protokoll zu Beginn des Jahres 2005 in Kraft treten. Mittlerweile haben es 184 Länder ratifiziert, darunter sämtliche Industrieländer mit Ausnahme der USA. Die Reduktionsziele aus dem Kyoto-Protokoll sind für die einzelnen Länder bzw. Ländergruppen sehr unterschiedlich (vgl. Tabelle 1-1). Für die Europäische Union (EU-15) wurde ein Gesamtemissionsziel in Höhe von -8 % verhandelt. Dieses EU-Bubble wurde in einer gesonderten Vereinbarung auf die EU-15-Mitgliedsstaaten aufgeschlüsselt, dem so genannten Burden-Sharing-Agreement (Lastenteilungsvereinbarung). Demnach reichen die Emissionsziele von +27 % für Portugal über 0 % für Frankreich und Finnland bis zu -21 % für Deutschland und Dänemark oder gar -28 % für Luxemburg. Von den zwölf Mitgliedsstaaten, die seit Mai 2004 der EU beigetreten sind, haben zehn Staaten individuelle Reduktionsziele gemäß Kyoto-Protokoll von 6 % oder 8 %. Die neuen Mitgliedsstaaten müssen diese Ziele getrennt von der kollektiven Zielvorgabe von 8 % für die EU-15 erfüllen. Für Zypern und Malta sind im Kyoto-Protokoll ebenso wenig Emissionsziele festgelegt wie für Entwicklungs- und Schwellenländer. Der Verpflichtung zur Reduktion von THG-Emissionen entspricht spiegelbildlich ein Recht zum Ausstoß einer bestimmten Menge an Treibhausgasen. Die Gesamtmenge an Treibhausgasen, die ein Staat unter Berücksichtigung seiner Reduktionsziele aus dem Kyoto-Protokoll bzw. dem Burden-Sharing-Agreement emittieren darf, wird als Assigned Amount (AA) bezeichnet. Die Detailregelungen für die Umsetzung des Kyoto-Protokolls wurden im Jahr 2001 auf der internationalen Klimakonferenz in Marrakesch in den „Marrakesh Accords“ verabschiedet. Dies gilt auch für die so genannten flexiblen Kyoto-Mechanismen (siehe 1.4).

Auf der Klimakonferenz in Kopenhagen im Dezember 2009 hätte ursprünglich ein verbindliches Nachfolgeabkommen für das 2012 auslaufende Kyoto-Protokoll beschlossen werden sollen, das neben verbindlichen Emissionsgrenzen für Industrieländer auch die Einbindung großer Schwellenländer hätte regeln sollen. Statt eines Nachfolgeabkommens nahm die Staatengemeinschaft in Kopenhagen lediglich ein unverbindliches Schlussdokument („Copenhagen Accord“) zur Kenntnis, ohne dieses jedoch formal zu beschließen. Im „Copenhagen Accord“ ist allerdings erstmalig festgehalten, dass die globale Erwärmung auf maximal zwei Grad Celsius im Vergleich zu den Werten der

⁵ Mit einem Anteil von rund 80 % ist Kohlendioxid (CO₂) das wichtigste der Kyoto-Treibhausgase. Die anderen Gase sind Methan (CH₄), teilhalogenierte Fluor-kohlenwasserstoffe (HFCs), Distickstoffoxid (N₂O) (Lachgas), Schwefelhexafluorid (SF₆), sowie Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW).

Vorindustrialisierung begrenzt werden soll. Ob ein völkerrechtlich verbindliches Abkommen im Laufe des Jahres 2010 verhandelt und auf der Klimakonferenz Ende des Jahres 2010 in Mexiko verabschiedet werden kann, ist fraglich. Bis dahin fungieren die freiwilligen Reduktionszusagen („Pledges“), die Industrie- und einige Schwellenländer Ende Januar 2010 im Anhang zum „Copenhagen Accord“ formuliert haben, als unverbindliche Zielvorgaben der internationalen Klimapolitik. Diese werden allerdings kaum ausreichen, das anvisierte „Zweigradziel“ zu erreichen (Ward und Grubb 2009).

1.3 Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990

Der Ausstoß an Treibhausgasen ist seit dem Kyoto-Bezugsjahr weltweit gestiegen. Im Jahr 2008 lagen die CO₂-Emissionen um 1,8 % höher als im Jahr 1990 (Ziesing 2009), wobei ein Großteil des Anstiegs auf die Entwicklung in China zurückzuführen ist. Aber auch ohne China lagen die globalen Emissionen in 2008 um 0,5 % über denen des Jahres 1990. Allein die USA hatte einen Anstieg der Treibhausgasemissionen von 13,7 % zu verzeichnen (vgl. Tabelle 1-1). Die EU 27 konnten bis zum Jahr 2008 hingegen ihre Treibhausgase um ca. 13 % mindern, wobei die Entwicklung in den alten und neuen Mitgliedsstaaten sehr unterschiedlich verlief. Der Rückgang in den neuen Mitgliedsstaaten war deutlich stärker und nur wenige EU-15-Mitgliedsstaaten – darunter Deutschland – scheinen in der Lage, ihr Burden-Sharing-Ziel aus eigener Kraft zu erreichen. Die Emissionsentwicklungen in Japan, Australien und Kanada legen den Schluss nahe, dass auch diese Länder dazu nicht in der Lage sein werden.

Tabelle 1-1: Kyoto-Ziele und Zielerreichung für Kyoto Treibhausgase

Staat	Ziel 2008/12 gegenüber 1990 (in %)	Veränderung bis 2008 (in %)
Summe EU-15	-8	-5,7
Summe EU neue Mitgliedsstaaten*	-7,1	-33,8
Summe EU-27	-7,8	-13,0
Schweiz	-8	+2,6
USA	-7	+13,7
Japan	-6	+7,8
Kanada	-6	+27,4
Russische Föderation	0	-32,8
Australien	+8	+25,76
Summe Annex-I Länder (inkl. USA)	-5,2	-5,1
Summe Annex-II Länder** (mit/ohne USA)	-6,6/-6,3	+7,7/+2,2

* Polen und Ungarn: -6 %
 ** EU 15, Australien, Island, Japan, Kanada, Norwegen, Schweiz, USA

Quelle: Ziesing 2009

1.4 Flexible Mechanismen des Kyoto-Protokolls

Das Kyoto-Protokoll sieht vor, dass Staaten mit Emissionsverpflichtungen unter dem Kyoto-Protokoll („Annex-B-Länder“) diese auch durch Minderungsmaßnahmen im Ausland erbringen können, und zwar mit Hilfe der so genannten Flexiblen Mechanismen (vgl. u. a. Betz et al. 2005): internationaler Emissionsrechtehandel auf Staatenebene sowie die projektbasierten Instrumente Clean Development Mechanismus (CDM, Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung) und Joint Implementation (JI, Gemeinsame Umsetzung).

1.4.1 Internationaler Emissionsrechtehandel auf Staatenebene

Der Internationale Emissionshandel ermöglicht Annex-I-Ländern (z. B. Russland) Emissionsrechte, die ihnen im Kyoto-Protokoll zustehen (AAUs), aber die sie nicht selbst nutzen, an andere Länder (z. B. Japan) mit Emissionsverpflichtungen zu verkaufen.

1.4.2 Clean Development Mechanismus

Im Rahmen des **CDM** können Annex-B-Länder mit Emissionsminderungsprojekten in Entwicklungsländern Emissionsreduktionsgutschriften generieren, die sie dann auf die eigenen Emissionsverpflichtungen nach dem Kyoto-Protokoll anrechnen können. Dabei investiert ein Industrie- oder ein Transformationsland in ein emissionssparendes Projekt in einem Entwicklungsland. Das Kyoto-Protokoll sieht explizit vor, dass beim CDM auch private Unternehmen sowie öffentliche Einrichtungen beteiligt werden können. Die Reduktionsgutschriften, so genannte Certified Emission Reductions (CERs) (zertifizierte Emissionsgutschriften), werden gegenüber einer Baseline berechnet. Die Emissionen müssen demnach niedriger ausfallen als sie im Rahmen der Business-as-Usual-Entwicklung ohnehin gewesen wären. Die Business-as-Usual-Entwicklung beinhaltet dabei nicht nur wirtschaftlich rentable Projekte, sondern auch Technologien, die dem Stand der Technik im Gastgeberland entsprechen, oder die zur Einhaltung der Umweltvorschriften im Gastgeberland für Schadstoffemissionen, Wirkungsgrad usw. dienen. Darüber hinaus soll ein CDM-Projekt einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung in den Gastländern leisten, indem es zu Investitionen in Entwicklungsländern und zu Technologietransfer beiträgt. Bevor ein Projekt als CDM-Projekt anerkannt ist und es zur Ausschüttung von CERs⁶ kommt, muss es einen formalen Prozess (Projektzyklus), der durch entsprechende Regelungen des UNFCCC vorgegeben ist, durchlaufen (vgl. z. B. Betz et al. 2005). Dieser reicht von der Beschreibung des Projekts im so genannten Project Design Document über die formale Anerkennung durch das Genehmi-

⁶ Ein CER entspricht einer Tonne CO₂-Äquivalent.

gungsorgan des UNFCCC (Registrierung), dem so genannten CDM-Executive Board, bis zur Ausschüttung der zertifizierten Emissionsgutschriften für den Zeitraum, für den die Emissionseinsparungen realisiert und verifiziert werden konnten. In Bezug auf die Laufzeit, in der CDM-Projekte Gutschriften generieren können, haben Projektteilnehmer die Wahl zwischen zwei Alternativen. Der Kreditierungszeitraum beträgt entweder einmal 10 Jahre, oder zunächst 7 Jahre. Wird ein Kreditierungszeitraum von 7 Jahren gewählt, kann dieser bis zu zwei Mal um je weitere 7 Jahre verlängert werden, wobei jeweils eine erneute Überprüfung der Baseline stattfinden muss. Der maximale Kreditierungszeitraum beträgt demnach 21 Jahre. Im Rahmen des CDM können Projekte auch schon vor Beginn der Kyoto-Periode (2008-2012) Gutschriften erzeugen. Projekte mit Startzeitpunkt ab dem Jahr 2000 konnten als CDM-Projekte registriert werden. Die ausgeschütteten CERs konnten dann in die Kyoto-Periode übertragen werden. Bis März 2010 wurden insgesamt annähernd 400 Millionen CERs ausgegeben und es waren über 2100 CDM-Projekte in mehr als 60 Ländern registriert. Weitere 2000 Projekte befinden sich noch im Registrierungsverfahren. Die bereits registrierten Projekte generieren ca. 1,75 Milliarden CERs bis zum Ende der Kyoto-Verpflichtungsperiode im Jahr 2012. Bei einem Preis von € 15 je Recht würden allein die bisher registrierten Projekte Gutschriften im Wert von über € 26 Milliarden generieren.⁷ Im Hinblick auf die regionale Verteilung ist festzuhalten, dass die mit Abstand meisten registrierten CDM Projekte in China (36 %) durchgeführt wurden, gefolgt von Indien (24 %), Brasilien (9 %) und Mexiko (6 %). Afrika konnte bisher weniger als 2 % der registrierten CDM-Projekte auf sich vereinen. Im Hinblick auf die sektorale Verteilung wurde die Mehrzahl der registrierten Projekte nach der Klassifikation des UNFCCC im Energiesektor (60 %) durchgeführt, ca. 18 % im Bereich Abfall/Deponiegasmanagement, 5 % im verarbeitenden Gewerbe, knapp 3 % in der Chemischen Industrie, 1 % auf der Energienachfrageseite sowie weniger als 0,5 % in der Metallindustrie.⁷

1.4.3 Joint Implementation

Die Funktionsweise des **JI** ähnelt der des CDM. Im Unterschied zum CDM ist das Gastland eines JI-Projekts (z. B. Polen) ein anderes Annex-B-Land (z. B. Australien) und die Emissionsreduktionsgutschriften werden als Emission Reduction Units (ERUs⁸) bezeichnet. Im Unterschied zum CDM bleibt bei JI die Gesamtmenge an AAUs weltweit konstant, da es lediglich zum Transfer von AAUs vom Gastland zum Käuferland kommt. ERUs können allerdings erst seit 2008 realisiert werden, selbst wenn das Projekt schon vorher Emissionen einspart. Im Prinzip ist ihr Kreditierungszeitraum unbegrenzt, solange die ERUs im Rahmen internationaler Vereinbarungen

⁷ Vgl. <http://cdm.UNFCCC.int>.

⁸ Ein ERU entspricht einer Tonne CO₂-Äquivalent.

verwendet werden dürfen und entsprechend durch AAUs abgedeckt sind. Die ökologische Zusätzlichkeit der JI-Projekte im Gastland wird wie beim CDM über die Bestimmung der Baseline sichergestellt. Wie bei CDM-Projekten können sich auch bei JI-Projekten Unternehmen und öffentliche Einrichtungen beteiligen.

Das Angebot an ERUs aus JI-Projekten ist wesentlich kleiner als für CERs aus CDM-Projekten, die Ausgabe von Gutschriften konnte gemäß der Regeln für JI erst in 2008 beginnen. Bis März 2010 wurden 223 Projekte zur Kommentierung durch die Öffentlichkeit – dem ersten Schritt des Projektzyklus bis zur Ausschüttung der ERUs – eingereicht. Es wird geschätzt, dass JI-Projekte bis zum Ende der Kyoto-Verpflichtungsperiode im Jahr 2012 ca. 300 Millionen ERUs generieren werden, und damit weniger als ein Fünftel des Angebotes an CERs. Bei einem Preis von € 15 je Recht hätten diese dann einen Marktwert von € 4,5 Milliarden.

1.4.4 Fazit zu projektbasierten Mechanismen des Kyoto-Protokolls

Der Grundgedanke hinter den drei Flexiblen Mechanismen ist derselbe: Emissionsminderungen sollen dort durchgeführt werden können, wo dies am kostengünstigsten möglich ist. Aus ökonomischer Perspektive macht es für Industrie- und Transformationsländer Sinn, auf diese Flexiblen Mechanismen zurückzugreifen, wenn sich damit die Emissionsziele kostengünstiger erreichen lassen als dies mit inländischen Politiken und Maßnahmen möglich ist.

Inwiefern CDM- und JI-Projekte und damit CERs und ERUs auch in Zukunft Bestand haben werden, hängt allerdings davon ab, welche Regelungen im Rahmen eines Post-Kyoto-Klimaabkommens getroffen werden.

Im weiteren Verlauf des Projekts liegt der Fokus der Untersuchungen zu projektbasierten Mechanismen ausschließlich auf dem CDM. Die Gründe dafür sind zum einen die quantitativ geringere Bedeutung des JI im Vergleich zum CDM. Zum anderen liegen zu CDM-Projekten, die bereits seit dem Jahr 2000 Gutschriften generieren können, tiefer gehende Erfahrungen bei den relevanten Akteuren vor als dies bei JI-Projekten, die erst seit 2008 Gutschriften erzeugen können, der Fall sein kann.

1.5 Der EU-Emissionsrechtehandel für Unternehmen

Als wichtigste klimapolitische Maßnahme hat die Europäische Union ein EU-weites System zum Handel mit Treibhausgas-Emissionsrechten für Unternehmen eingeführt (vgl. Box zur Funktionsweise des Emissionshandels). Eine entsprechende Richtlinie, die EU-Emissionshandelsrichtlinie (Europäische Union 2003), ist im Jahr 2003 in Kraft getreten und verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten, mit Beginn des Jahres 2005 ein

„System zum Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft“ für bestimmte Anlagen aus dem Stromsektor und der Industrie einzurichten.

Box: Funktionsweise des Emissionsrechtehandels

Zunächst wird von einer mit entsprechenden Kompetenzen ausgestatteten Einheit (z. B. Nationalstaat) die Gesamtmenge an Emissionen festgelegt, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes von den verpflichteten Emittenten ausgestoßen werden darf. Dieses Emissionsbudget wird im Rahmen der so genannten Anfangsallokation den verpflichteten Emittenten zugeteilt. Die Emissionsrechte können dabei gratis vergeben, über eine Auktion meistbietend versteigert oder zu einem bestimmten Betrag (Festpreis) verkauft werden. Die Emittenten müssen am Ende einer Verpflichtungsperiode, z. B. ein Jahr, für jede emittierte Einheit (t CO₂-Äquivalente) ein Emissionsrecht in gleicher Höhe einreichen. Andernfalls fallen Sanktionen (z. B. Strafzahlungen) an. Emittenten dürfen über ihre anfangs zugeteilte Emissionsmenge hinaus emittieren, wenn sie eine entsprechende Anzahl an Emissionsrechten erwerben. Die Emittenten müssen also – im Unterschied zu ordnungsrechtlichen Regulierungen – die von ihnen verursachten Emissionen nicht notwendigerweise selbst vermindern. Umgekehrt können Unternehmen, die über günstige Minderungsmaßnahmen verfügen, über den eigenen Bedarf hinaus mindern, und die freigesetzten Emissionsrechte verkaufen. Emittenten mit hohen Vermeidungskosten können Emissionsrechte hinzukaufen, während Emittenten mit niedrigen Vermeidungskosten Emissionsrechte verkaufen können. Am Markt stellt sich ein Preis für Emissionsrechte ein, der Angebot und Nachfrage zum Ausgleich bringt und die Knappheit der Emissionsrechte widerspiegelt. Unter Idealbedingungen werden dann alle Minderungsmaßnahmen durchgeführt, die billiger sind als der Marktpreis für Emissionsrechte. Der Marktmechanismus führt im Unterschied zu ordnungsrechtlichen Regulierungen dazu, dass die emittierenden Unternehmen selbständig ihre Grenzvermeidungskosten offenbaren. Gewinn maximierende (i. e. Kosten minimierende) Unternehmen werden ihre Emissions-, Produktions- und Investitionsentscheidungen genau so wählen, dass ihre Grenzvermeidungskosten dem Marktpreis entsprechen. Da alle Teilnehmer denselben Marktpreis beobachten, kommt es mit Hilfe des Marktmechanismus zum Ausgleich der Grenzvermeidungskosten. Letzteres ist eine notwendige Bedingung dafür, dass ein gegebenes Umweltziel zu minimalen Kosten erreicht wird (*statische Effizienz*).

Zu den Nachteilen von Emissionshandelssystemen zählen in erster Linie *Transaktionskosten*. Diese fallen auf administrativer Seite für die Einrichtung, Erhaltung und Überwachung des Systems an. Transaktionskosten auf Seite der Unternehmen umfassen Kosten für das Messen, Berichten und Kontrollieren von Emissionen, Finden von Handelspartnern, Identifizieren und Bewerten von Minderungsmaßnahmen, oder Kosten für das Risikomanagement.

Die gesetzlichen Regelungen zur Ausgestaltung des EU-EH sehen mehrere Handelsperioden⁹ vor. Die EU-Emissionshandelsrichtlinie (EU 2003) bezog sich zunächst auf zwei Perioden (Handelsperioden): eine erste Handelsperiode von 2005 bis 2007 („Pilotphase“) sowie eine zweite Handelsperiode von 2008 bis 2012. Letztere fällt mit der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls zusammen. Im Jahr 2009 wurde dann eine Weiterentwicklung der EU-Emissionshandelsrichtlinie (Änderungsrichtlinie) verabschiedet (Europäische Kommission 2009), deren wesentliche Regelungen von 2013 bis 2020 (dritte Handelsperiode) reichen. Seit der zweiten Handelsperiode nehmen alle 27 EU Mitgliedsstaaten sowie Norwegen, Liechtenstein und Island am EU-Emissionshandel teil. Das EU-Emissionshandelssystem existiert unabhängig vom Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls und unabhängig davon, ob ein Post-Kyoto-Abkommen zustande kommen wird.

1.5.1 Ausgestaltung des EU-Emissionshandels

Die EU-Emissionshandelsrichtlinie beinhaltet konkrete Vorgaben und Regelungen für die Umsetzung der Richtlinie in den einzelnen Mitgliedsstaaten in nationales Recht, wie zum Beispiel zur Höhe der Sanktionen bei Unterdeckung oder zu Abrechnungsfristen. In anderen Bereichen gibt die Richtlinie für die beiden ersten Handelsperioden nur den Rahmen vor, während die konkrete Ausgestaltung gemäß dem Subsidiaritätsprinzip weitgehend in den Händen der einzelnen Mitgliedsstaaten liegt. Dazu zählt neben der Festlegung des Emissionsbudgets auch die Zuteilung von Emissionsrechten für Bestandsanlagen oder für Neuemittenten.

Das zentrale Element des EU-Emissionshandelssystems in der ersten und zweiten Handelsperiode ist der *Nationale Allokationsplan (NAP)*, den ein jedes EU-Mitgliedsland für jede Zuteilungsperiode getrennt aufzustellen hatte und der von der Europäischen Kommission zu genehmigen war. Aus dem Nationalen Zuteilungsplan muss gemäß EU-Emissionshandelsrichtlinie hervorgehen: (i) wie viele Emissions-Zertifikate die einzelnen Mitgliedsstaaten in einer Zuteilungsperiode insgesamt auszugeben beabsichtigen (Emissionsbudget) und (ii) wie sie die Zertifikate an die emissionshandelspflichtigen Anlagen zuzuteilen gedenken.

In Deutschland ist der NAP durch einen *Makroplan* und einen *Mikroplan* gekennzeichnet.¹⁰ Der Makroplan regelt die Aufteilung des nationalen Emissionsziels auf die verschiedenen Treibhausgase (THG) und Makro-Sektoren (Stromsektor, Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Verkehr, Haushalte) und legt insbesondere das Emis-

⁹ In der Literatur (und im Bericht) werden diese bisweilen auch als Phasen bezeichnet.

¹⁰ Vgl. Ziesing et al. (2007) zur Entwicklung des Nationalen Allokationsplanes für Deutschland für die erste Handelsperiode.

sionsbudget fest. Der Mikroplan enthält die Regelungen für die Zuteilung auf Anlagenebene. Um sicher zu stellen, dass die Summe der anlagenspezifischen Zuteilungen einschließlich der Sonderzuteilungen die im Makroplan festgeschriebenen Gesamtmengen nicht überschreitet, erfolgt die Zuteilung für Bestandsanlagen in der Regel mit einem Abschlag über eine Reihe von Erfüllungs- und Kürzungsfaktoren.

Die wichtigsten Regelungen auf nationaler Ebene für die erste und die zweite Handelsperiode sind in Deutschland im Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) sowie im Zuteilungsgesetz 2007 (ZuG 2007) bzw. im Zuteilungsgesetz 2012 (ZuG 2012) und die entsprechenden Zuteilungsverordnungen, ZuV 2007 sowie ZuV 2012, gesetzlich verankert. Das Treibhausgasemissionshandelsgesetz gibt im Wesentlichen die Inhalte der Emissionshandelsrichtlinie (EU 2003) wieder, während ZuG 2007, ZuV 2007, ZuG 2012 und ZuV 2012 die Festlegungen aus den genehmigten Nationalen Allokationsplänen umsetzen. Die gesetzlichen Regelungen sind nur für die Zuteilungsmengen in der jeweiligen Handelsperiode gültig, selbst wenn sie sich über mehrere Handelsperioden erstrecken.

Für die dritte Handelsperiode bringt die Emissionshandelsrichtlinie weitreichende Änderungen mit sich. So werden ab 2013 die Anzahl der auszugebenden Emissionsrechte sowie die wesentlichen Zuteilungsregeln für Bestands- und Neuanlagen auf EU-Ebene festgelegt. Das TEHG wurde entsprechend modifiziert.

Nachfolgend werden zunächst die Emissionsziele auf der Makroebene und danach die einzelnen Ausgestaltungsregeln des EU-Emissionshandels auf der Mikroebene für die drei Handelsperioden dargestellt, sofern diese für die Fragestellungen des Forschungsprojekts relevant sind.

1.5.2 Zielsetzung des EU-Emissionshandels auf der Makroebene

1.5.2.1 Handelsperiode 1

Bei der Festlegung der Emissionsbudgets in den beiden ersten Handelsperioden hatten die einzelnen Mitgliedsstaaten unter anderem folgende Kriterien zu beachten, die in Anhang III der Emissionshandelsrichtlinie aufgeführt sind:

- Konsistenz der Gesamtmenge der Zertifikate mit der EU-Burden-Sharing-Vereinbarung und mit dem nationalen Klimaschutzprogramm;
- Konsistenz der Gesamtmenge der Zertifikate mit dem Minderungspotenzial der Aktivitäten; die Verteilung kann auch auf Basis von durchschnittlichen Emissionen und erreichbaren Fortschritten erfolgen.

Als jährliches Emissionsbudget für Anlagen, die in Deutschland unter die Emissionshandelsrichtlinie fallen, wurden für den Dreijahreszeitraum 2005-2007 durchschnittlich 499 Millionen t CO₂ (respektive EUAs) festgelegt (inklusive Reserve für Neuemitten-

ten). Das ET-Budget entspricht damit etwa 99 % der historischen Emissionen der betroffenen Anlagen im Durchschnitt der Jahre 2000-2002. EU-weit betrug das Emissionsbudget für die EU 25 im Durchschnitt der ersten Handelsperiode etwa 2.181 Millionen EUAs, für die EU 27, d. h. inklusive Bulgarien und Rumänien, etwa 2.300 Millionen EUAs (Ellerman et al. 2010).

1.5.2.2 Handelsperiode 2

Für Deutschland ergibt sich für den Fünfjahreszeitraum 2008-2012 ein ET-Budget von jährlich 453,07 Millionen EAUs (inklusive Reserve und 11 Millionen EUAs für Anlagen, die in Handelsperiode 2 erstmalig am EU-Emissionshandel teilnehmen). Das Emissionsbudget für die EU 27 liegt bei jährlich etwa 2.083 Millionen EUAs bzw. bei etwa 2.030 Millionen EUAs, wenn man berücksichtigt, dass in Handelsperiode 2 auch einige Anlagen teilnehmen, die in Handelsperiode 1 vom Emissionshandel (temporär) ausgenommen wurden (Ellerman et al. 2010).

1.5.2.3 Handelsperiode 3

Ausgangspunkt für die Höhe des Budgets für den Achtjahreszeitraum 2013-2020 ist das Ziel der EU, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 20 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren. Im Vergleich zu den Emissionen des Jahres 2005 bedeutet dies etwa eine Minderung von 14 %. Die Höhe des Emissionsbudgets für die Anlagen des Emissionshandels wurde so festgelegt, dass die Emissionen bis 2020 gegenüber 2005 um 21 % vermindert werden müssen (ohne Anrechnung von externen Gutschriften aus CDM-Projekten). Der jährliche Reduktionspfad für das Emissionsbudget beträgt – ausgehend von 2010 – 1,74 %. Für den Fall, dass ein Kyoto-Nachfolge-Abkommen zustande kommt, werden die Budgets angepasst, um ein Minderungsziel von 30 % (gegenüber 1990) zu erreichen.

1.5.3 Ausgestaltung des EU-Emissionshandels auf der Mikroebene

1.5.3.1 Emissionen und Anlagen

In der ersten Handelsperiode war die Pflicht zum Einreichen von Emissionsrechten auf CO₂-Emissionen beschränkt. Diese bezieht sich aber sowohl auf energiebedingte als auch auf prozessbedingte CO₂-Emissionen. Letztere entstehen u. a. bei der Produktion von Zementklinker durch chemische Prozesse bei der Umwandlung des Rohstoffes (Kalk) zu Klinker. Von der zweiten Handelsperiode an besteht die Möglichkeit, weitere Treibhausgase, z. B. Methan oder N₂O, in das System aufzunehmen. Ab 2013 werden zusätzliche Anlagen emissionshandelspflichtig, unter anderem aus der petrochemischen Industrie und der Aluminiumindustrie. Außerdem nehmen Anlagen zur Abschei-

dung, Beförderung und geologischen Speicherung von Treibhausgasemissionen am EU-EH teil. In Deutschland sind in der zweiten Handelsperiode ca. 1.665 Anlagen beteiligt, die knapp die Hälfte der deutschen Treibhausgasemissionen verursachen.

Anlagen, die verpflichtend am EU-EH teilnehmen, sind in Annex I der EU-EH-Richtlinie kategorisiert gelistet. Anlagen aus den Sektoren, die im Rahmen dieses Forschungsprojekts vertieft untersucht werden, sind wie folgt eingeordnet:

- Anlagen zur Stromerzeugung fallen unter die Kategorie „Energieumwandlung und –umformung“, die *Feuerungsanlagen* mit einer Feuerungswärmeleistung über 20 MW umfasst.¹¹ Zu dieser Tätigkeit zählen in der zweiten Handelsperiode in Deutschland 1053 Anlagen (DEHSt 2009a).
- Die Kategorie „Mineralverarbeitende Industrie“ beinhaltet *Anlagen zur Herstellung von Zementklinker* in Drehrohröfen mit einer Produktionskapazität von über 500 t pro Tag oder anderen Öfen mit einer Produktionskapazität von über 50 t pro Tag. In Handelsperiode 2 nehmen unter dieser Kategorie 39 Anlagen teil.
- Unter „Sonstige Industriezweige“ werden *Industrieanlagen zur Herstellung von Zellstoff aus Holz und anderen Faserstoffen, Papier und Pappe* mit einer Produktionskapazität von über 20 t pro Tag gelistet. Darunter fallen in der zweiten Handelsperiode insgesamt 130 Anlagen.

1.5.3.2 Zuteilungsmethode

Zertifikate können grundsätzlich gratis vergeben oder über eine Versteigerung bzw. direkt am Spotmarkt verkauft werden. Die EU-Richtlinie erlaubt für die erste Handelsperiode nur einen maximalen Versteigerungsanteil von 5 % und für die zweite Handelsperiode von 10 %. In der ersten Handelsperiode wurden in Deutschland sämtliche Zertifikate gratis vergeben. Nur Irland, Ungarn, Dänemark und Litauen haben einen Teil der Emissionsrechte versteigert. Gemessen an der Anzahl der insgesamt ausgegebenen Emissionsberechtigungen lag der Auktionsanteil bei ca. 0,13 %. In der zweiten Handelsperiode versteigern mehr Mitgliedsstaaten Emissionsberechtigungen, darunter auch Deutschland, Österreich und das Vereinigte Königreich. Dadurch steigt der Auktionsanteil auf etwa 3 %. In Deutschland werden in Handelsperiode 2 jährlich 40 Millionen Zertifikate veräußert (§ 19 ZuG 2012). Nachdem die Zertifikate seit 2008 durch die KfW-Bankengruppe an verschiedenen Börsenplätzen am Spotmarkt verkauft

¹¹ In Deutschland nehmen Anlagen zur Erzeugung von Strom (inkl. KWK), die ausschließlich Erneuerbare Energien oder Grubengas einsetzen, nicht am Emissionshandel teil (unabhängig davon, ob sie tatsächlich eine Vergütung nach EEG erhalten). Energieanlagen, die Strom nicht ausschließlich aus Deponiegas, Klärgas, Grubengas oder Biomasse erzeugen, sind hingegen grundsätzlich zur Teilnahme am EU-EH verpflichtet. D. h. wenn die Genehmigung auch fossile Brennstoffe zulässt, unterliegt die Anlage bei Überschreiten der 20 MW Grenze dem EU-EH (vgl. DEHST 2009c). Diese Regelung ist vor allem für KWK-Anlagen in der Papier- und Zellstoffindustrie relevant.

wurden, werden in den Jahren 2010 bis 2012 durch die European Energy Exchange (EEX) Versteigerungen durchgeführt. In der dritten Handelsperiode (2013 -2020) soll rund die Hälfte der Emissionsberechtigungen versteigert werden. Dazu ist bis Mitte 2010 eine EU-Versteigerungsverordnung zu verabschieden, die auch festlegt, ob und in welchem Umfang Zertifikate, die erst in zukünftigen Jahren eingereicht werden können, versteigert werden sollen.

1.5.3.3 Zuteilungsregeln für Bestandsanlagen

1.5.3.3.1 Handelsperiode 1

In der ersten Handelsperiode erfolgte die Zuteilung in Deutschland grundsätzlich gratis, entweder auf Grundlage der Emissionen in einer historischen Basisperiode (2000-2002) oder auf Grundlage angemeldeter Emissionen. Für die konkrete Zuteilung wurden die durchschnittlichen historischen Emissionen dieser Anlagen in einer Basisperiode mit dem gesetzlich festgelegten Erfüllungsfaktor von 0,9709 sowie dem anteiligen Kürzungsfaktor von 0,9538 multipliziert (i.e. es ergibt sich ein Gesamt-Erfüllungsfaktor von 0,9260). Alternativ konnten die Betreiber bestehender Anlagen über die so genannte Optionsregel auch eine Zuteilung nach der Regel für Neuanlagen, d. h. auf Grundlage angemeldeter Emissionen, beantragen. Bei dieser Alternative erfolgt laut ZuG 2007 eine Anpassung über den anteiligen Kürzungsfaktor, jedoch nicht über den Erfüllungsfaktor.¹² In Handelsperiode 1 erhielten prozessbedingte Emissionen, z. B. aus der Zementindustrie, einen Erfüllungsfaktor von Eins. KWK-Anlagen profitierten von einer Sonderzuteilung, die sich an der Menge des tatsächlich produzierten KWK-Stroms orientierte. Ein Abschlagsfaktor wurde nicht angewendet. Um einen Modernisierungsanreiz für ineffiziente Kohlekraftwerke zu setzen, wurde in der ersten Handelsperiode die so genannte „*Malusregel*“ eingeführt. Diese sieht vor, dass für Kondensationskraftwerke, die älter als 30 Jahre sind und mit Braun- oder Steinkohle befeuert werden, die Zuteilung einen Abschlag von 15 % erhält, sofern sie einen Nettowirkungsgrad von weniger als 31 % (bei Braunkohlekraftwerken ab 2010) bzw. 36 % (bei Steinkohlekraftwerken) aufweisen. Für andere Anlagen war ein solcher Modernisierungsanreiz nicht vorgesehen.

1.5.3.3.2 Handelsperiode 2

Im Unterschied zu Handelsperiode 1 erfolgt in Handelsperiode 2 eine grundsätzliche Trennung der Zuteilungsregeln für Industrieanlagen und Energieanlagen über differenzierte Abschlagsfaktoren. Im Ergebnis erhalten Anlagen dem Stromsektor eine stren-

¹² Im Oktober 2007 gab das Oberverwaltungsgericht den Klagen mehrerer Betreiber gegen die Anwendung des anteiligen Kürzungsfaktors bei der Optionsregel Recht.

gere Zuteilung als Industrieanlagen. Innerhalb des Stromsektors unterliegen Stromerzeugungsanlagen der stärksten Kürzung.

Für Industrieanlagen ergibt sich die Zuteilung aus dem Durchschnitt der Emissionen in der Basisperiode (i.d.R. 2000-2005) und einem Erfüllungsfaktor von 0,9875. Eine Differenzierung nach energie- und prozessbedingten Emissionen findet nicht statt. Für Energieanlagen ergibt sich die Zuteilungsmenge in der Regel aus der durchschnittlichen Produktionsmenge in der Basisperiode (i.d.R. 2000-2005) und einem vorgegebenen spezifischen Emissionswert (Benchmark analog zur Neuanlagenregelung für Handelsperiode 2 – z. B. 365 g CO₂/kWh für Gaskraftwerke). Für Energieanlagen, die weniger effizient produzieren als ein vorgegebener Effizienzstandard, erfolgt eine zusätzliche Anpassung. Das heißt, je ineffizienter die Anlage im Vergleich zum Standardwert (z. B. 365 g CO₂/kWh) ist, desto niedriger ist die Zuteilung. Für Stromerzeugungsanlagen kommt zusätzlich ein Kürzungsfaktor in Höhe von 0.844 zur Anwendung, der gewährleistet, dass ein bestimmter Teil des Emissionsbudgets veräußert – i.e. verkauft und versteigert – werden kann. In Handelsperiode 2 erfolgt die Zuteilung an Kraft-Wärme Kopplungs-Anlagen nach einem „Doppel Benchmark“. Das heißt, die Zuteilungsmenge für den „Stromanteil“ errechnet sich unter Zugrundelegung einer technisch vergleichbaren Anlage zur ausschließlichen Produktion von Strom (über Strom Benchmark, z. B. 365 g CO₂/kWh Strom für gasförmige Brennstoffe), wobei auch hier der Kürzungsfaktor in Höhe von 0.844 für den „Stromanteil“ Anwendung findet. Die Zuteilung für den „Wärmeteil“ errechnet sich unter Zugrundelegung einer technisch vergleichbaren Anlage zur ausschließlichen Produktion von Wärme (z. B. 225 g CO₂/kWh Wärme für gasförmige Brennstoffe). Andere Abschlagsfaktoren werden bei Kraft-Wärme Kopplungsanlagen nicht angewendet.

1.5.3.3.3 Handelsperiode 3

Die zentralisierten Zuteilungsregeln des Europäischen Emissionsrechtehandels für die dritte Handelsperiode (Europäische Union 2009) sehen vor, dass bestehende und neue Stromerzeugungsanlagen – inklusive der Anlagen zur Abtrennung und Speicherung von CO₂ – keine Gratiszuteilung bekommen. Anlagen aus Industriesektoren sowie KWK-Anlagen (für Wärmeauskopplung) sollen ab 2013 eine Gratiszuteilung auf Basis von produktspezifischen Benchmarks für 10 % der besten Anlagen in der EU erhalten. Die Höhe und die Anzahl der Benchmarks, die dann für Neu- und Bestandanlagen gleichermaßen gelten sollen, müssen von der EU Kommission bis Ende 2010 festgelegt werden. Der Anteil der Gratiszuteilung liegt im Jahr 2013 bei 80 % der Zuteilungsmenge, die auf Grundlage der EU-weit harmonisierten Zuteilungsregeln (i.d.R. also der Benchmarkzuteilung) errechnet wurde. Der Anteil an Gratiszuteilungen soll dann bis 2020 kontinuierlich auf 30 % abschmelzen. Für das Jahr 2027 ist ein Gratisanteil von Null vorgesehen.

Allerdings sollen Anlagen aus Sektoren, die im internationalen Wettbewerb stehen und „carbon-leakage“-gefährdet sind, weiterhin 100 % dieser Zuteilungsmenge gratis erhalten für den Fall, dass kein ambitioniertes Kyoto-Folgeabkommen zustande kommt. Nach den Kriterien der EU-Änderungsrichtlinie (Europäische Kommission 2010) sind unter anderem die Sektoren Herstellung von Papier, von Karton und Pappe, von Holz- und Zellstoffen und von Zementklinker als Leakage-gefährdet einzustufen, nicht aber die Stromerzeugung.

1.5.3.4 Zuteilungsregeln für Neuanlagen

1.5.3.4.1 Handelsperiode 1

Neue Anlagen (dazu zählen im Sinne der EU-Richtlinie auch Kapazitätserweiterungen) aus dem Stromsektor und der Industrie erhalten in den beiden ersten Handelsperioden aus einer speziell gebildeten Reserve kostenlos Emissionsrechte. Die Zuteilung erfolgt auf Basis spezifischer Emissionswerte, die sich für vergleichbare Produkte (z. B. Zementklinker) an so genannten „Benchmarks“ und für andere Produkte (z. B. Papier, Pappe) am Stand der besten verfügbaren Technik (BvT) orientieren. Für manche Anlagen (z. B. Drehrohröfen zur Zementklinkerherzeugung) wird eine technologiespezifische Differenzierung (z. B. nach Anzahl der Zyklen) vorgenommen. Die Zuteilung ergibt sich dann in Handelsperiode 1 als rechnerisches Produkt aus spezifischem Emissionswert (z. B. t CO₂/GWh Strom oder t CO₂/t Zementklinker) und erwarteter durchschnittlicher Produktionsmenge. Laut ZuG 2007 sollten die Zuteilungsregeln für 14 Jahre gelten.¹³ Fällt bei der Zuteilung nach angemeldeten Emissionen die tatsächliche Produktionsmenge geringer aus als prognostiziert, müssen überzählig zugeteilte Emissionsrechte zurückgegeben werden (so genannte Ex-Post-Korrektur).¹⁴

1.5.3.4.2 Handelsperiode 2

In Handelsperiode 2 werden an Stelle der erwarteten Produktionsmengen Standardauslastungsfaktoren vorgegeben. Diese unterscheiden sich je nach Tätigkeit und sind im Zuteilungsgesetz 2012 festgeschrieben. Für Anlagen zur Zementherstellung sind 7.500 Stunden pro Jahr angesetzt, für Anlagen zur Herstellung von Zellstoff, Papier und Pappe (inklusive KWK-Anlagen) sind es 8.000 Stunden pro Jahr, für Kondensati-

¹³ Da die gesetzlichen Regelungen nur für die Dauer der jeweiligen Handelsperiode gelten, besteht allerdings kein Rechtsanspruch.

¹⁴ Ursprünglich hatte die Europäische Kommission diese Ex-Post-Korrekturen untersagt. Nach einer Klage der Bundesrepublik Deutschland vor dem Europäischen Gericht wurde die Zulässigkeit der Ex-Post-Korrekturen schließlich im November 2007 bestätigt.

onskraftwerke und KWK-Anlagen 7.500 Stunden pro Jahr, für Braunkohlekraftwerke 8.250 Stunden pro Jahr und für Gasturbinen 1.000 Stunden pro Jahr.

1.5.3.4.3 Handelsperiode 3

In Handelsperiode 3 sollen für neue Marktteilnehmer im Prinzip dieselben Regelungen wie für Bestandsanlagen gelten. Das heißt, neue Energieanlagen erhalten keine Gratiszuteilung und für neue Industrieanlagen gilt als Grundzuteilungsregel die Benchmarkregelung.

Zur Beschleunigung kommerziell verfügbarer Anlagen innovativer Technologien stehen bis zum 31.12.2015 bis zu 300 Millionen Zertifikate aus der Reserve für neue Marktteilnehmer zur Verfügung. Damit sollen in der EU der Bau und Betrieb von bis zu 12 kommerziellen *Demonstrationsprojekten aus den Bereichen CCS sowie innovative Technologien für erneuerbare Energien* gefördert werden.

1.5.3.5 Anlagen-Stillegungen und Übertragbarkeit von Zuteilungen

In allen Handelsperioden erhalten stillgelegte Anlagen ab dem Folgejahr der Stilllegung keine weiteren Zuteilungen mehr, es sei denn – und dies galt nur für Handelsperiode 1 – der Betreiber, sein Rechtsnachfolger oder ein anderer hat innerhalb von drei Monaten nach der Einstellung des Betriebs der alten eine neue Anlage in Deutschland in Betrieb genommen. In diesem Fall konnten die Zuteilungen der Altanlage für vier Jahre auf die neue Anlage übertragen werden. Voraussetzung war, dass beide Anlagen vergleichbare Produkte herstellten, das heißt die Zuteilungen eines stillgelegten Drehrohr-ofens zur Zementklinkererzeugung hätten nicht auf ein neues Kraftwerk übertragen werden können. Von Handelsperiode 2 an gibt es keine solche Übertragungsregel mehr.

1.5.3.6 Verwendung von Gutschriften aus CDM- und JI-Projekten

Emissionsrechte, die über JI- und CDM-Projekte generiert werden, können nicht nur auf der Ebene von Nationalstaaten zur Einhaltung der Emissionsziele aus dem Kyoto-Protokoll verwendet werden, sondern gemäß der so genannten „Linking Directive“ auch von Unternehmen im Rahmen des EU-Emissionshandels. Der Richtlinie zufolge können die Unternehmen einen Teil ihrer Verpflichtungen in der ersten Handelsperiode durch Gutschriften aus CDM-Projekten und ab der zweiten Handelsperiode durch Gutschriften aus CDM- und JI-Projekten erfüllen. Nicht erlaubt sind allerdings Projekte mit Atomkraftwerken sowie Senken-Projekte (z. B. Auf- und Wiederaufforstungsmaßnahmen, oder Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Forst-, Acker- und Grünlandflächen sowie die Begrünung von Ödland).

Tabelle 1-2: Überblick Ausgestaltung EU-Emissionshandel mit Schwerpunkt Beispielsektoren

	Handelsperiode 1	Handelsperiode 2	Handelsperiode 3
Dauer	2005-2007	2008-2012	2013-2020
Festlegung Emissionsbudget	national über NAP	national über NAP nach strikten Regelvorgaben durch Europäische Kommission	auf EU Ebene
Höhe Emissionsbudget	national über NAP	Zuteilung liegt EU-weit ca. 13 % unter Zuteilung in Handelsperiode 1; für Deutschland liegt Gratzuteilung in 2008 ca. 17.7 % unter Emissionen	bei 20 %-Ziel der EU: in 2020 Kürzung des EU-Emissionsbudgets um 21 % gegenüber Emissionen in 2005; Kürzung p.a. um 1,74 % gegenüber Zuteilung in 2010
Festlegung Zuteilungsregeln	national über NAP, ZuG 2007, ZuV 2007	national über NAP, ZuG 2012, ZuV 2012	auf EU Ebene
Banking	innerhalb der Handelsperiode unbegrenzt; Transfer in Handelsperiode 2 verboten	innerhalb der Handelsperioden unbegrenzt; Transfer in Folgeperioden unbegrenzt	
Borrowing	innerhalb einer Periode zinslos begrenzt erlaubt; über Handelsperioden hinweg verboten		
Auktionsanteil	max. 5 % laut Richtlinie, in Deutschland 0 %	max. 10 % laut Richtlinie, in Deutschland ca. 10 %	> 50 %
Sanktionen	40 € je fehlendes EUA; Pflicht fehlende Rechte nachzuliefern	100 € je fehlendes EUA; Pflicht fehlende Rechte nachzuliefern	100 € je fehlendes EUA, Inflationsanpassung ; Pflicht fehlende Rechte nachzuliefern
Nutzung externer Gutscheine	keine Beschränkung	in DE bis zu 22 % der Gesamtallokation	Keine zusätzliche Nutzung von CDM-Gutscheine bei 20 %-Ziel der EU (Übertrag aus Periode 2 erlaubt)
Grundzuteilungsregeln Bestandsanlagen	national über NAP	national über NAP	auf EU Ebene
<i>Kraftwerke im Energiesektor</i>	i) gratis auf Basis historischer Emissionen in 2000-2002 X strenger Erfüllungsfaktor (0.9260); optional ii) BvT-Benchmark und prognostizierte Auslastung X anteiliger Kürzungsfaktor (0.9538)	BvT-Benchmark X historischer Output (2000-2005); Abschlüsse für i) weniger effiziente Anlagen und ii) Versteigerungsmengen	keine Gratzuteilung
<i>Kraftwerke in Industriesektoren</i>	wie Kraftwerke in Energiesektor	wie Industrieanlage, wenn immissionsschutzrechtlich gemeinsam mit „Industrieanlage“ genehmigt; sonst wie Kraftwerke in Energiesektor	unter bestimmten Bedingungen, wie „Industrieanlage“ [Artikel 3(e), (u); EHRRev]; sonst wie Kraftwerke in Energiesektor

	Handelsperiode 1	Handelsperiode 2	Handelsperiode 3
<i>KWK</i>	Sonderzuteilung je erzeugte GWh KWK-Strom	Doppelbenchmark für Strom und Wärme	Benchmark für Wärmeauskopplung
<i>Zement</i>	für energiebedingte Emissionen: Regeln analog zu Kraftwerken; für prozessbedingte Emissionen: Abschlagsfaktor =1	Emissionen (energie- u. prozessbedingt) in 2000-2005 X Erfüllungsfaktor (0.9875)	Benchmark, keine Unterscheidung in energie- u. prozessbedingte Emissionen
<i>Papier und Zellstoff</i>	Regel analog zu Kraftwerken	Emissionen in 2000-2005 X Erfüllungsfaktor (0.9875)	Benchmark (überwiegend); „Fallback“-Ansatz für Spezialpapiere wahrscheinlich
Grundzuteilungsregeln Neuanlagen	national über NAP	national über NAP	auf EU Ebene
<i>Kraftwerke im Energiesektor</i>	BvT-Emissionen X prognostizierte Auslastung	Benchmark X Standardauslastung	wie Regelung für Bestandsanlagen
<i>KWK</i>	Doppelbenchmark für Strom und Wärme	Doppelbenchmark für Strom und Wärme	wie Regelung für Bestandsanlagen
<i>Zement</i>	technologiespezifischer Benchmark (für 1,2,3 Zyklen) X prognostizierte Auslastung; für prozessbedingte Emissionen werden 0,53 Tonnen CO ₂ /t Klinker angesetzt;	technologiespezifischer Benchmark (für 1,2,3 Zyklen) X Standardauslastung (8000 Stunden/Jahr); für prozessbedingte Emissionen werden 0,53 Tonnen CO ₂ /t Klinker angesetzt;	wie Regelung für Bestandsanlagen
<i>Papier und Zellstoff</i>	BvT-Emissionen X prognostizierte Auslastung	BvT-Emissionen X Standardauslastung (8000 Stunden/Jahr)	wie Regelung für Bestandsanlagen

Besondere Regelungen gelten auch für große Staudammprojekte, die besondere Umweltkriterien erfüllen müssen, um als CDM-Projekte anerkannt werden zu können. Darüber hinaus sieht die „Linking Directive“ vor, dass die Mitgliedsstaaten den Anteil an Emissionen, den Unternehmen über CERs und ERUs abdecken können, individuell begrenzen können. In der zweiten Handelsperiode dürfen verpflichtete Unternehmen in Deutschland bis zu 22 % der zugeteilten Menge an Emissionsrechten durch ERUs oder CERs abdecken.

In der dritten Handelsperiode dürfen für den Fall, dass kein Kyoto-Folgeabkommen beschlossen wird, die Unternehmen ihr unausgeschöpftes Budget an zulässigen Gutschriften aus der zweiten in die dritte Handelsperiode übertragen, i.e. ERUs oder CERs dürfen in EUAs umgetauscht werden. Neue Anlagen und Anlagen aus Sektoren, die erst ab 2013 emissionshandlungspflichtig sind, sollen mindestens 4.5 % der verifizierten Emissionen in 2013 bis 2020 über Gutschriften aus projektbezogenen Mechanismen abdecken können. Für den Luftverkehr beträgt dieser Anteil mindestens 1.5 %. Ab 2013 können Gutschriften aus projektbezogenen Mechanismen nur noch durch Projekte in den ärmsten Ländern (Least Developed Countries) generiert werden und auf unausgeschöpfte Budgets angerechnet werden.

Sollte ein internationales Kyoto-Folgeabkommen zustande kommen, dürfen maximal 50 % der notwendigen Minderungen zwischen 2008 und 2020 (im Vergleich zum Emissionsniveau 2005) über Gutschriften aus projektbasierten Mechanismen abgedeckt werden. Gastländer müssen allerdings das Kyoto-Nachfolgeabkommen unterzeichnet haben.

1.5.4 Empirische Ergebnisse zu EUA-Preisentwicklung und Emissionsbudgets

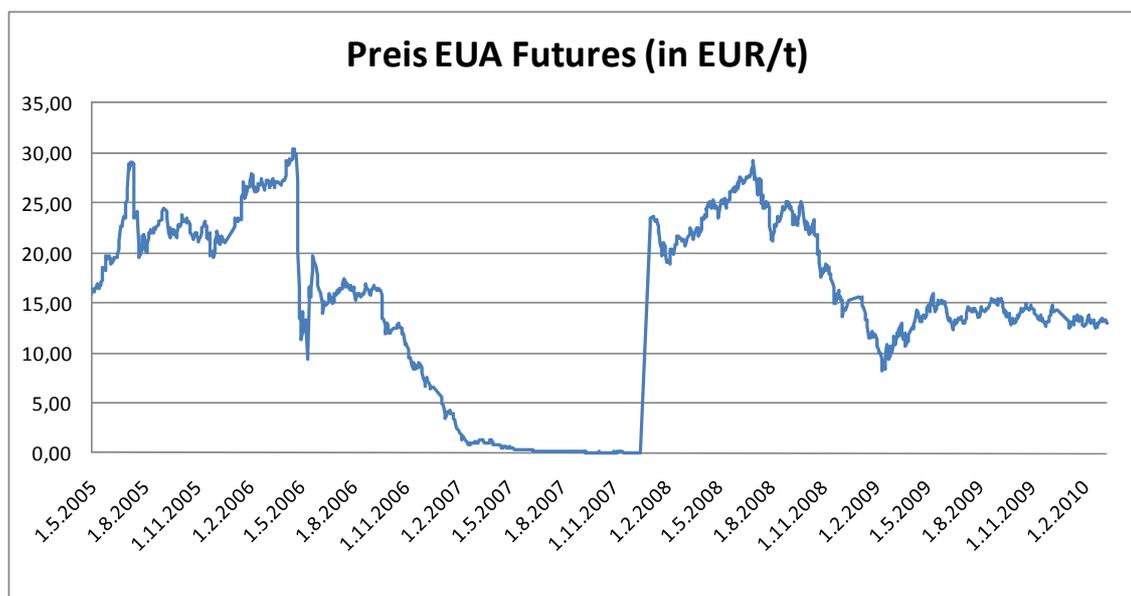
Die Stringenz der Emissionsbudgets spiegelt sich letztendlich in den Preisen für EUAs wider. Abbildung 1-1 gibt die Preisentwicklung für EUAs (Forwardpreise mit Fälligkeit Dezember des jeweiligen Jahres) seit Beginn des EU-EH wieder.

1.5.4.1 Stringenz in Handelsperiode 1 (2005-2007)

Bis Ende April 2006 lagen die Preise bei über 20 € je EUA und erreichten Höchstwerte von ca. 30 € je EUA. Mit Bekanntwerden der verifizierten Emissionen für das Jahr 2005 Ende April/Anfang Mai 2006 fielen die Preise allerdings schlagartig und konvergierten bis zum Ende der ersten Handelsperiode gegen den Wert von Null. Die Auswertung der verifizierten Emissionen ergab, dass im Jahr 2005 ca. 44 Millionen mehr EUAs zur Verfügung standen als tatsächlich benötigt wurden (CEC 2006d). Aus einem Vergleich der Zuteilungsmengen mit den tatsächlichen Emissionen ergibt sich für das Jahr 2005

ein Zuteilungsüberschuss von rund 100 Millionen EUAs bzw. 4,7 %¹⁵. In Kombination mit einem de facto EU-weiten Banking-Verbot bewirkte die relativ großzügige Zuteilung an Emissionsrechten dann das beobachtete niedrige Preisniveau, insbesondere gegen Ende der ersten Handelsperiode (vgl. auch Schleich et al. 2006).

Abbildung 1-1: Preise für EUA Futures seit 2005



Quelle: European Climate Exchange (ECX), <http://www.ecx.eu/EUA-Futures>; download am 14.3.2010

1.5.4.2 Stringenz in Handelsperiode 2 (2008-2012)

Schleich et al. (2009) analysieren die Stringenz der Emissionsbudgets in Handelsperiode 2 des EU-EH und stellen fest, dass die EH-Budgets der MS (i) um durchschnittlich 12,8 % niedriger sind als die verifizierten Emissionen des Jahres 2005, (ii) um 12,9 % niedriger als die EH-Budgets in Handelsperiode 1 und (iii) 15,7 % unter den Emissionsprognosen für das Jahr 2010 liegen. Die EH-Budgets sind demnach deutlich stringenter als in Handelsperiode 1 (vgl. Betz et al. 2006). Bei Inanspruchnahme der maximal möglichen Menge an Gutschriften aus den projektbasierten Mechanismen CDM und JI müssten die Unternehmen allerdings nur in geringem Umfang eigene Minde-

¹⁵ Dies bedeutet allerdings nicht zwangsläufig eine „Überallokation“ in gleicher Höhe, da ein Teil des Überschusses auch dadurch zustande gekommen sein kann, dass Unternehmen Emissionen gemindert haben. Ellerman und Buchner (2008) schätzen, dass durch den EU-EH in allen Mitgliedsstaaten im Jahr 2005 ca. 130-200 Mio. t CO₂ gemindert wurden. Im Jahr 2006 waren es 140-220 Mio. t. Convery et al. (2010) gehen davon aus, dass der EU-Emissionshandel in der gesamten ersten Verpflichtungsperiode eine Minderung um ca. 140-300 Mio. t CO₂ erzielt hat.

rungsmaßnahmen durchführen. Da jedoch Banking (und damit Arbitrage) gemäß der EH-Richtlinie in zukünftige Handelsperioden unbeschränkt zulässig ist, spiegelt der Preis für EUAs in der zweiten Verpflichtungsperiode auch Erwartungen über die zukünftige Preisentwicklung wider. Im Preis für EUA Futures für das Jahr 2008 zeigt sich in der ersten Jahreshälfte die höhere Stringenz der Zuteilung gegenüber der ersten Handelsperiode. Bis Ende Juli liegt der Preis bei ca. € 25 je EUA, teilweise sogar darüber. Danach kommt es, insbesondere infolge der Finanz- und Wirtschaftskrise, zu einem Preisverfall, der den Preis für EUA bis heute auf etwas unter € 15 verharren lässt. In Deutschland haben die emissionshandelspflichtigen Anlagen im Jahr 2009 insgesamt 9,4 % (bzw. 44,4 Millionen Tonnen) weniger CO₂ ausgestoßen als im Vorjahr (DEHST 2010). Der Energiesektor erbringt mit knapp 30 Millionen Tonnen (bzw. 8 %) die größte absolute Minderung. Auch im Zementsektor fielen die Emissionen um ca. 8 % (bzw. 1,7 Millionen Tonnen). Bei der Herstellung von Zellstoff und Papier ist der Rückgang mit 9,5 % leicht überdurchschnittlich.

1.5.4.3 Ausblick: Stringenz in Handelsperiode 3 (2013-2020)

Im Vergleich zum Reduktionspfad für die zweite Handelsperiode (12,9 % bis 2012 im Vergleich zu 2005) wirkt das EH-Budget für die dritte Handelsperiode etwas weniger ambitioniert – allerdings stehen in Handelsperiode 2 vergleichsweise große Potenziale an externen Gutschriften zur Verfügung, so dass aufgrund der Übertragbarkeit in Folgeperioden und der damit einhergehenden Möglichkeit zur intertemporalen Arbitrage keine allzu großen Preisunterschiede zwischen Handelsperiode 2 und 3 zu erwarten sind. Ein Preisanstieg wäre zu erwarten, wenn die Stringenz des EU-Emissionshandels beim Zustandekommen eines Post-Kyoto-Abkommens zunähme.

1.5.5 Empirische Ergebnisse zu Zuteilungsmengen und Emissionen in den Beispielsektoren

Tabelle 1-3 gibt einen Überblick zu den Mengen an gratis zugeteilten Zertifikaten und verifizierten Emissionen für die Tätigkeiten Energieerzeugung, Zement, sowie Papier und Zellstoff in Handelsperiode 1 und Handelsperiode 2. Die meisten Anlagen finden sich unter der Tätigkeit Energieerzeugung, gefolgt von Papier, Zement und Zellstoff. Dieselbe Reihenfolge gilt auch für die Zuteilungsmengen und Emissionen.

Für die Interpretation der Daten ist zum einen zu beachten, dass die Angaben über Zuteilungsmengen für die Tätigkeit Energieerzeugung keine Zuteilungen für Kuppelgasemissionen aus der Stahlindustrie enthalten. Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass der Grund für den Anstieg der Zuteilungsmengen von Handelsperiode 1 gegenüber Handelsperiode 2 für die Tätigkeit Papier primär auf das Zusammenlegen einer Industrieanlage mit einem zuvor getrennt genehmigten Kraftwerk durch immissionschutzrechtliche Änderungs-genehmigung zurückzuführen ist.

Tabelle 1-3: Überblick zu Zuteilungsmengen und Emissionen in Beispielsektoren

Tätigkeit	Handelsperiode 1			Handelsperiode 2		
	Anzahl Anlagen	Zuteilung (Mio. t)	Emissionen im Jahresdurchschnitt (Mio. t)	Anzahl Anlagen	Zuteilung (Mio. t)	Emissionen in 2008 (Mio. t)
Energieerzeugung	1.151	367,44	376,30	1.053	252,73	367,43
Zement	46	21,71	20,84	39	20,5	20,43
Papier	123	5,73	4,71	125	6,55	6,01
Zellstoff	5	1,72	0,30	5	0,47	0,16

Quellen: DEHST 2009a,b

Mit jährlich ca. 453.000 t CO₂-Emissionen je Anlage sind die Zementanlagen im Durchschnitt CO₂-intensiver als Anlagen der Energieerzeugung mit ca. 327.000 t. Anlagen der Tätigkeit Zellstoff stoßen durchschnittlich knapp 61.000 t CO₂ aus und damit deutlich mehr als Anlagen unter der Tätigkeit Papier mit 38.000 t.

Betrachtet man die Menge an gratis zugeteilten Zertifikaten im Verhältnis zu den verifizierten Emissionen, so hatten die Anlagen der Energieerzeugung in der ersten Handelsperiode jahresdurchschnittlich ein Defizit an Zertifikaten in Höhe von 2,36 % zu verzeichnen. In dieser Höhe galt es, Zertifikate am Markt zuzukaufen. Die stringenteren Zuteilungsregeln in Handelsperiode 2 für diese Tätigkeit trugen wesentlich dazu bei, dass dieses Defizit im Jahr 2008 über 31 % beträgt. Die Beispielsektoren aus der Industrie konnten hingegen einen Überschuss an Zertifikaten verbuchen. Für Zement lag dieser in Handelsperiode 1 bei ca. 4 % und in 2008 bei 0,34 % und für Papier bei knapp 22 % beziehungsweise 9 %. Prozentual gesehen ist der Überschuss an Zertifikaten bei der Tätigkeit Zellstoff mit 466 % in Handelsperiode 1 und 194 % in Handelsperiode 2 unter den Beispielsektoren am höchsten.

Literatur Kapitel 1

- Betz, R., Rogge, K. und Schleich, J. (2005): Flexible Instrumente im Klimaschutz. Emissionsrechtehandel, Clean Development Mechanism, Joint Impementation – Eine Anleitung für Unternehmen. Ausgabe 2005. Umweltministerium Baden-Württemberg.
- Betz, R., K. Rogge und J. Schleich (2006 text 2005): EU-Emissions trading: an early analysis of national allocation plans for 2008–2012, *Climate Policy* 6, 361-394.
- CDU, CSU, FDP (2009): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP (2009): Wachstum, Bildung. Zusammenhalt. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, 17. Legislaturperiode.

- CEC (2006d): EU-Emissions trading scheme delivers first verified emissions data for installations, IP/06/XXX, Brussels: CEC.
- Convery, F., Ellerman, D. und de Perthuis, C (2010): Pricing carbon – The European Union Emissions Trading Scheme. Cambridge University Press.
- DEHST (2010): Emissionshandel: 9,4 Prozent weniger CO₂-Emissionen im Jahr 2009. Pressemeldung. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) beim Umweltbundesamt (UBA), Berlin, 1. April 2010.
- DEHST (2009a): Kohlendioxidemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen im Jahr 2008. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) beim Umweltbundesamt (UBA), Berlin, Mai 2009.
- DEHST (2009b): Emissionshandel: Auswertung der ersten Handelsperiode 2005 – 2007. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) beim Umweltbundesamt (UBA), Berlin, Januar 2009.
- DEHST (2009c): Hinweise zum Anwendungsberiech des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes – TEHG für die Zuteilungsperiode 2008-2012. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) beim Umweltbundesamt (UBA), Berlin, Juli 2009
- Ellerman, A.D., Convery, F. und Perthuis, C. (2010): Pricing Carbon. The European Union Emissions Trading Scheme. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ellerman, A.D. & Buchner, B. (2008). Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005–06 Emissions Data. *Resource and Environmental Economics* 41 (2), 267-287.
- Ellerman, A.D. (2003): Lessons of Phase 2 Compliance with the US Acid Rain Program. White Paper: Center for Energy and Environmental Policy Research, MIT; <http://web.mit.edu/ceepr/www/2003-009.pdf>
- Ellerman A.D.; Montero J.-P. (2002): The Temporal Efficiency of SO₂ Emissions Trading, Cambridge, MA: MIT Center for Energy and Environmental Policy Research, Working Paper 2002–2003.
- Europäische Kommission (2008): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – 20 und 20 bis 2020 – Chancen Europas im Klimawandel. KOM(2008) 17 endgültig. Brüssel, den 23.1.2008.
- Europäische Kommission (2010): Beschluss der Kommission vom 24. Dezember 2009 zur Festlegung eines Verzeichnisses der Sektoren und Teil-sektoren, von denen angenommen wird, dass sie einem erheblichen Risiko einer Verlagerung von CO₂-Emissionen ausgesetzt sind, gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union, L1/10 – L1/18, 5.1.2010.
- Europäische Union (2003): Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union vom 25.10.2003 (L 275/32).

- Europäische Union (2009): Entscheidung Nr. 406/2009/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. April 2009 über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaft zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020. Amtsblatt der Europäischen Union, L 140/36-48, 5. Juni 2009.
- Faure, C., Hildebrandt, A, Rogge, C. und Schleich, J. (2006): Reputational impact of businesses' compliance strategies under the EU-Emissions trading scheme; In Antes, R., Hansjürgens, B. und Letmathe, P. (Eds.): Emissions Trading and Business 2, Berlin et al., Springer/Physica Publishers.
- Fischer, C., Parry, I., Pizer, W.A. (2003): Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation Is Endogenous. *Journal of Environmental Economics and Management* 45, 523–45.
- Graichen, P. und Requate, T. (2005): Der steinige Weg von der Theorie in die Praxis des Emissionshandels: Die EU-Richtlinie zum CO₂- Emissionshandel und ihre nationale Umsetzung. In: Perspektiven der Wirtschaftspolitik 6, 41-56.
- Hepburn, C., Grubb, M., Neuhoff, K., Matthes, F. und Tse, M. (2006): Auctioning of the EU ETS phase II allowances: how and why? *Climate Policy*, 6, 137-160.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Summary for Policymakers Contribution of Working Group III to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment. Cambridge University Press.
- Schleich, J., Ehrhart, K.-M., Hoppe, C. und Seifert, S. (2006): Banning banking in EU-emissions trading? *Energy Policy* 34, 112-120.
- Schleich, J., Rogge, K. und Betz, R. (2009): Incentives for energy efficiency in the EU-Emissions Trading Scheme. *Energy Efficiency* 2, 37-67.
- Sijm, J.P., Neuhoff, K. und Chen, Y. (2006): CO₂ cost pass-through and windfall profits in the power sector. *Climate Policy*, 6, 49-72.
- Ward, M. und Grubb, M. (2009): Comparability of efforts by Annex I parties. Draft Final: Barcelona to Copenhagen. Climate Strategies, November 2009.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für globale Umweltänderungen (WGBU) (2003): Über Kyoto hinaus denken – Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert, Sondergutachten. Berlin, November 2003.
- Ziesing, H.-J. (2009): Differenzierte Entwicklung bei insgesamt weiter steigenden weltweiten CO₂-Emissionen, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 9, 2009, 56-65.
- Ziesing, H.-J., et al. (2007): Entwicklung eines nationalen Allokationsplans im Rahmen des EU-Emissionshandels. UBA Texte 17/07.

2 Theoretische Grundlagen, Forschungsrahmen und Hypothesen

2.1 Einführung

Wissenschaftliche Studien, die sich mit den Innovationswirkungen des Instrumentes Emissionshandel beschäftigen, beziehen sich in der Regel auf Anwendungen in den USA zur Begrenzung des Ausstoßes von Blei, Schwefeldioxid oder Stickoxiden im Bereich Luftreinhaltung oder von Phosphat- und Nitrateinträgen in Gewässern (vgl. z. B. Burtraw, Szambelan 2009; Gagelmann, Frondel 2005; Hansjürgens 2006; Jaffe et al. 2002). Die empirisch nachweisbaren Innovationseffekte dieser Programme sind allerdings eher bescheiden (z. B. Burtraw 2000; Driesen 2003; Norberg-Bohm 2000). Das nationale SO₂-Handelsprogramm (Acid Rain Program) hat beispielsweise in erster Linie zu organisatorischen Veränderungen bei Stromerzeugern und Brennstofflieferanten geführt (Burtraw 2000).

Eine Übertragung der Ergebnisse aus anderen Handelssystemen auf den EU-Emissionshandel ist jedoch nur bedingt zulässig, da sich die Systeme in mehreren Dimensionen unterscheiden. Zum einen gibt es Unterschiede hinsichtlich der beteiligten Akteure. So beinhaltet der EU-EH nicht nur anzahlmäßig mehr Unternehmen als andere Emissionshandelssysteme, sondern auch eine größere sektorale Vielfalt. Während in den USA in Abhängigkeit der Preisregulierung eine Überwälzung (von Opportunitätskosten) bei einer Gratisvergabe der Rechte auf die Strompreise begrenzt ist, kommt es durch den EU-EH auch bei indirekt Betroffenen zu Kostenwirkungen, die unabhängig von der Art der Zuteilung der Emissionsrechte sind. Die größere Heterogenität der Akteure im EU-EH führt auch zu einer größeren Heterogenität der beteiligten Anlagen, Minderungsmaßnahmen und Minderungskosten als beispielsweise im SO₂-Handelsprogramm der USA, wo Brennstoffsubstitution (von Kohlearten mit unterschiedlichem Schwefelgehalt) und End-of-Pipe-Technologien (Filtertechnik) dominieren. Unterschiede gibt es auch im Hinblick auf die institutionellen Rahmenbedingungen. Während bisherige Systeme im Design und Vollzug nationalstaatlich organisiert sind, handelt es sich beim EU-Emissionshandel um ein Mischsystem, das zentrale sowie infolge des Subsidiaritätsprinzips auch nationalstaatliche Regulierungsebenen enthält. Beispielhaft seien hier für den EU-EH die nationalen Allokationspläne angeführt, in denen die EU-Mitgliedstaaten unter den Rahmenbedingungen der EU-Emissionshandelsrichtlinie (EU 2004c) festlegen, wie viele Emissionsrechte an Anlagen unter ihrer Jurisdiktion insgesamt zugeteilt werden (Emissionsbudget) und nach welchen Regeln dies geschieht

(z. B. Auktionsanteil; Höhe von Benchmarks)¹⁶. Weitere innovationsrelevante Besonderheiten des EU-EH ergeben sich aus seinem multinationalen Charakter, da die Zuteilungsregeln Auswirkungen auf die Wettbewerbsposition von Unternehmen haben können. Weiterhin beeinflussen diese Regeln letztendlich auch die Wettbewerbsposition von Unternehmen, die am EU-EH teilnehmen, jedoch auf den internationalen Märkten mit Unternehmen konkurrieren, die keiner ähnlich stringenten klimapolitischen Regulierung unterliegen. Davon betroffen sind in erster Linie Betreiber von Anlagen aus export- und importintensiven Industriesektoren (z. B. Stahl, Papier) und weniger die Stromerzeugung.

In diesem Kapitel werden die im Projekt vertieft betrachteten theoretischen Grundlagen für die Ableitung von Hypothesen sowie für die empirischen Arbeiten in den darauffolgenden Kapiteln dargelegt. Die berücksichtigten Theorien umfassen schwerpunktmäßig die neoklassisch geprägte Umweltökonomik, sowie Transaktionskostenökonomik, evolutionsökonomische und managementwissenschaftliche Ansätze. Darüber hinaus werden vertieft Aspekte, die sich aus Politikrahmen und speziell der institutionellen Ausgestaltung aus anreiztheoretischer Sicht ergeben, aufgegriffen. Dies berücksichtigt, dass Innovationsanreize nicht nur von der Höhe des Emissionsbudgets (und damit des Preises für Zertifikate) abhängen, sondern eine Funktion der konkreten Ausgestaltung sind.

Im Anschluss daran erläutert der Forschungsrahmen die konzeptionelle Umsetzung für die empirischen Arbeiten. Das Kapitel endet mit einer systematischen Zusammenstellung der Hypothesen, die – abgeleitet aus den verschiedenen Theoriesträngen – die Basis für die empirischen Arbeiten der Fallstudien und Umfragen bilden.

2.2 Theoretische Grundlagen

2.2.1 Umweltökonomik

Die Umweltökonomik erklärt das Verhalten von Wirtschaftsakteuren und damit die Allokation von Ressourcen als Ergebnis rationaler Reaktionen auf ökonomische Anreize, d. h. von Preisen und Kosten.¹⁷ Das optimierende Verhalten der Akteure führt unter Ausnutzen des Koordinationsmechanismus Markt dazu, dass sich ein vorgegebenes Umweltziel – hier der Ausstoß an CO₂-Emissionen in einer bestimmten Periode – zu

¹⁶ Seit Januar 2009 gibt es mit RGGI (Regional Greenhouse Gas Initiative).auch in den USA ein multi-jurisdiktionales Treibhausgas-Handelssystem auf der Ebene von zehn Bundesstaaten im Nordosten der USA für Kraftwerke (www.rggi.org).

¹⁷ Neoklassisch geprägte Analysen der Innovationseffekte verschiedener Umweltregulierungen finden sich beispielsweise in Milliman und Prince (1989), Jaffe (2002), Fischer et al (2003) oder Requate (2005).

minimalen volkswirtschaftlichen Kosten erreichen lässt. In der Taxonomie der Politikinstrumente zählt der Emissionsrechtehandel ebenso wie Umweltsteuern zu den marktwirtschaftlichen Instrumenten. Da die europäische Umweltpolitik bisher durch ordnungsrechtliche Regelungen geprägt war, lässt sich die Einführung des EU-EH auch als Paradigmenwechsel interpretieren.

Der Marktpreis, der beim Verkauf von Emissionsrechten erzielt werden kann, setzt für Unternehmen demnach Anreize, neue, emissionsarme Technologien einzusetzen (Adoption). Dadurch können Unternehmen gegebenenfalls freiwerdende Emissionsrechte am Markt verkaufen („Preiseffekt“) bzw. den Zukauf von Emissionsrechten vermeiden („Kosteneffekt“).¹⁸ Die Verbreitung solcher emissionsmindernder Technologien am Markt (Diffusion) wird durch den Emissionshandel beschleunigt (Tietenberg 1985, S. 33 f).

Solche *direkten Innovationsanreize* bestehen zum einen bei Unternehmen, die gemäß Anhang I der Richtlinie zur Teilnahme am EU-EH verpflichtet sind. Überwälzen Betreiber von Anlagen, die gem. Anhang I der Richtlinie am EU-EH teilnehmen, die Kosten, die dadurch entstehen, dass der Emissionsausstoß mit einer entsprechenden Anzahl von Emissionsberechtigungen gedeckt sein muss, steigen die Produktpreise (z. B. Strompreise). Durch diesen Überwälzungsmechanismus werden Anreize für Innovationen auf der Nachfrageseite (z. B. Aluminiumindustrie, z. T. auch Papierindustrie) geschaffen, die den Einsatz der im Preis gestiegenen Inputs reduzieren. Der EU-EH hat demnach auch *indirekte Innovationswirkungen* auf der Nachfrageseite. Generell gilt, dass die Kosten stärker steigen, je unelastischer die Nachfrage nach dem jeweiligen Produkt und je geringer die Importkonkurrenz aus Ländern, die nicht am EU-EH teilnehmen, sind. Die Kostenbelastung auf der Nachfrageseite hängt dabei insbesondere davon ab, wie stark der Preis der Vorprodukte ansteigt und wie groß der Kostenanteil dieser Vorprodukte beim (industriellen) Verbraucher ist. Die dargelegten Zusammenhänge gelten insbesondere für Strom, der zumindest kurzfristig als Inputfaktor nicht ersetzbar ist und in der Regel eine geringe Nachfrageelastizität aufweist. Außerdem ist die Konkurrenz aus nicht EU-EH Ländern im Bereich Strom vernachlässigbar – zumindest für Deutschland. Für die Anfangsphase des EU-EH kommen Sijm et al. (2006) und Fell (2010) zu dem Schluss, dass die Stromanbieter am Spotmarkt die Mehrkosten nahezu vollständig durchgereicht haben.

Neben diesen direkten und indirekten Innovationswirkungen auf Seiten der Technologieanwender bestehen bei der Entwicklung neuer Technologien und Produkte Anreize, durch Forschung und Entwicklung (FuE) CO₂-sparende Technologien und Produkte

¹⁸ Konzeptionell lassen sich „Preis- „ und „Kosteneffekte“ auch als „Opportunitätskosten“ subsumieren.

hervorzubringen (dynamische Effizienz). Das heißt, gewinnmaximierende Technologieentwickler haben einen wettbewerblichen Anreiz, CO₂-ärmere Technologien zu entwickeln (Invention), sofern ihre Kunden beim Kauf von Anlagen und Komponenten den CO₂-Ausstoß und die damit einhergehenden (Opportunitäts-)Kosten berücksichtigen. Aus innovationstheoretischer Perspektive zählt der Emissionsrechtehandel daher auch zu den sogenannten „Demand Pull“ Instrumenten. Dabei ist zu jedoch beachten, dass die Emissionskosten nur einer von vielen Gründen für Innovationen in den betroffenen Unternehmen sind. Die Bedeutung dieses Faktors hängt entscheidend von der Höhe des (langfristig erwarteten) Marktpreises für Emissionsrechte ab. Je höher dieser Marktpreis ist, desto höher sind die Anreize für Forschung und Entwicklung, Adoption und Diffusion neuer emissionsarmer Technologien.

Zu den wenigen Studien, die sich konzeptionell und primär aus Sicht der umweltökonomischen Theorie mit den möglichen Innovationseffekten des EU-EH beschäftigen, zählen Anger et al (2005), sowie Schleich et al (2009). Lediglich Cames' (2004) Arbeit ist empirisch angelegt, bezieht sich allerdings auf einen Zeitraum, der vor Beginn des Emissionshandels (Januar 2005) liegt. Die Stärken der neoklassisch fundierten umweltökonomischen Theorie liegen in ihrem geschlossenen und konsistenten Modellrahmen, der sich u. a. für normative Politikempfehlungen eignet. Gleichzeitig basiert sie – wie oben dargestellt – weitgehend auf Annahmen (z. B. Rationalitätsannahmen), die eine Erklärung der realen Verhaltensweisen der Akteure nur partiell ermöglichen. Das heißt, unternehmensinterne Prozesse, die das Innovationsverhalten bestimmen, bleiben letztendlich eine „Black Box“.

2.2.2 Transaktionskostenökonomik

Im Rahmen des EU-EH sind unter Transaktionskosten für Unternehmen analog zu Coase (1991) und Williamson (1985) sämtliche Kosten zu verstehen, die diesen zur Teilnahme am EU-EH entstehen, wie Such- und Informationskosten, Verhandlungs- und Entscheidungsfindungskosten oder Überwachungskosten. Kosten für investive Maßnahmen zur Vermeidung von Emissionen oder Kosten für den Kauf von EUAs durch Unternehmen zählen allerdings nicht zu den Transaktionskosten (vgl. Betz 2003; Schleich, Betz 2004). Transaktionskosten sind insbesondere im Hinblick auf die Diffusion emissionsparender Technologien relevant, insbesondere wenn Informationsmangel dazu beiträgt, dass Unternehmen ihren Energieverbrauch oder Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs (bzw. Emissionsausstoßes) nicht kennen. Es ist zu erwarten, dass die Höhe und die Bedeutung der Transaktionskosten unternehmensspezifisch variieren, u. a. mit der Komplexität der Technologien, Unternehmensgröße, bestehendem Know-how oder bestehenden Strukturen (z. B. Vorhandensein eines Energie- oder Umweltmanagementsystems) und im Zeitverlauf aufgrund von Routinen und Fixkosteneffekten abnehmen.

Aus umweltökonomischer Sicht können Transaktionskosten, sofern diese vom Handelsvolumen abhängen und Handelsaktivitäten hemmen, die Effizienzgewinne von Emissionshandelssystemen schmälern (Stavins 1995). Empirische Studien aus den USA für den Handel mit Blei (Kerr, Mare 1998) oder RECLAIM (Gangadharan 2000) bestätigen dies. Transaktionskosten, die beim eigentlichen Handel (Transfer) mit Emissionsrechten anfallen, können in Kombination mit einer Unterausstattung mit Emissionsrechten dazu führen, dass risiko-averse Unternehmen bei Unsicherheit über zukünftige Zertifikatepreise zu viel in Minderungsmaßnahmen investieren, d. h. die Diffusion neuer Technologien zu stark ist (Hedging gegenüber fallenden Preisen) (Baldursson, von der Fehr 2004). Umgekehrt investieren risiko-averse Unternehmen mit einer hohen Überausstattung zu wenig in Minderungsmaßnahmen (Hedging gegenüber fallenden Preisen).

Bisher liegen zum EU-EH nur wenige belastbare Studien vor, die sich mit Transaktionskosten befassen. Jaraite et al. (2010) kommen auf Basis einer Umfrage unter EU-EH-Teilnehmern in Irland zum Schluss, dass Transaktionskosten für die organisatorische Einführung des EU-EH sowie die Kosten für die geforderte Emissionsinventarerstellung, Verifizierung und Überwachung insbesondere für kleinere Emittenten relativ hoch sein können. Die eigentlichen Handelskosten (z. B. Gebühren für Broker) sind hingegen eher gering.

Bei CDM-Projekten fallen im Rahmen des Projektzyklus von der Validierung und Registrierung der Projekte bis zur Ausschüttung der Gutschriften mannigfaltige Transaktionskosten an, die eine Beteiligung insbesondere an kleineren Projekten unwirtschaftlich machen kann (Fichtner et al. 2003; Krey 2005; Michaelowa et al. 2003). Gleichzeitig fallen beim eigentlichen Handel mit CERs für Partnersuche etc. Transaktionskosten an.

2.2.3 Evolutionsökonomische und managementwissenschaftliche Ansätze

Die Stärken der neoklassisch fundierten umweltökonomischen Theorie liegen in ihrem geschlossenen und konsistenten Modellrahmen, der sich u. a. für normative Politikempfehlungen eignet. Gleichzeitig basiert sie weitgehend auf Annahmen (z. B. Rationalitätsannahmen), die eine Erklärung der realen Verhaltensweisen der Akteure nur partiell ermöglichen. Darüber hinaus wird der komplexe Innovationsprozess sehr vereinfachend abgebildet und von Systemzusammenhängen abstrahiert. Das Innovationsverhalten von Akteuren gleicht dabei einer kaum betrachteten ‚Black Box‘. Um diese Beschränkungen zu adressieren und um die Art und Weise, wie sich umweltpolitische Instrumente auf das Innovationsgeschehen auswirken, genauer analysieren zu können, bedarf es daher einer Ergänzung der neoklassischen Umweltökonomie um das hauptsächlich evolutiv geprägte wissenschaftliche Feld der Innovationsstudien

(Fagerberg, Verspagen 2009). Darüber hinaus hat sich in der strategischen Managementliteratur der ressourcenbasierte Ansatz (resource based view of the firm, RBV) entwickelt, der den unterschiedlichen Erfolg von Unternehmen am Markt als Ergebnis von Unterschieden in der Verfügbarkeiten von Ressourcen und den Fähigkeiten diese Ressourcen zu nutzen, erklärt.

So haben evolutorische Ökonomen durch die Öffnung der ‚Black Box‘ des Innovationsprozesses wichtige Grundlagen für Innovationsstudien gelegt (Dosi 1982; Nelson, Winter 1982a). Die Evolutorische Ökonomik bietet für die Untersuchung von Umweltinnovationen zusätzliche Erklärungsmuster, indem sie Konzepte wie u. a. Technologievielfalt und -auswahl, Akteursunterschiede, beschränkte Rationalität sowie Pfadabhängigkeiten beachtet (Beckenbach, Nill 2005; Linscheidt 1999; Rennings 2000). Der Innovationsprozess wird dabei in Anlehnung an biologische Konzepte beschrieben durch Variation in Form von Inventionen und durch Selektion, wobei sich wichtige Selektionsfaktoren zusammensetzen aus dem natürlichen, physikalischen und institutionellen Umfeld. Dabei ist es insbesondere das physikalische Umfeld, wie bspw. Infrastrukturen und Kapitalgüter, die Dekaden benötigen ehe sie abgeschlossen sind und die dadurch Innovations- und Diffusionsprozesse verzögern. Aus dieser Perspektive kann der EU-EH als neues Element im institutionellen Umfeld von Firmen beispielsweise den Auswahlprozess für die am Markt verfügbaren Technologien beeinflussen. Der Emissionshandel gewährt dabei im Vergleich zu ordnungsrechtlichen Instrumenten eine größere Flexibilität in Bezug auf die Technologien, die Unternehmen einsetzen können. Inwiefern der EU-EH eher kontinuierlichen oder sprunghaften technischen Fortschritt forciert, ist allerdings offen, wobei bisherige umweltökonomische geprägte empirische Studien auf die bloße Forcierung von inkrementellen Innovationen schließen lassen (siehe Abschnitt 2.1). Aus Sicht der Innovationsstudien wäre allerdings auch denkbar, dass der EU-EH durchaus radikale Innovationen begünstigt, zumindest wenn diese auf den bestehenden Kompetenzen der betroffenen Marktakteure aufbauen und diese bewahren (Gatignon et al. 2002).

Ein aus Umweltgesichtspunkten besonders wichtiges evolutorisches Konzept sind die Pfadabhängigkeiten, die sich aus der Wahl bestimmter technologischer Trajektorien in ihren entsprechenden technologischen Regimen ergeben (Berkhout 2002) und zu technologischem Lock-in führen können (Unruh 2000; Unruh 2002). Pfadabhängigkeiten können bspw. erklärt werden mit Lernkurveneffekten, Skalenerträgen, Netzwerkexternalitäten, Transaktionskosten, und Technologie- sowie Infrastrukturcharakteristika. Dabei können sich Lock-ins durch eine Reihe von Faktoren verstärken. Zu diesen verstärkenden Faktoren zählen zum einen die Sunk Costs aufgrund von irreversiblen Investitionen und Wechselkosten, die mit technologischen Komplementaritäten zusammenhängen, also mit der Integration neuer Technologien in bestehende übergeordnete technologische Systeme. Zum anderen gehören zu diesen verstärkenden Fak-

toren Unsicherheit über die Qualität und FuE-Kosten für die Etablierung von neuen Pfaden. Weitere Faktoren sind Koordinationsprobleme der involvierten Akteure, institutionelle Barrieren aufgrund der Koevolution von Innovationspfaden, sowie strategisches Verhalten der alteingesessenen Verfechter der bestehenden Technologie.

Daraus ergibt sich unmittelbar, dass die Berücksichtigung der Zeitdimension und der Irreversibilität des Innovationsprozesses ein zentrales Element in der evolutorischen Ökonomie darstellt. Ein wichtiger Untersuchungsgegenstand ist daher die Analyse von Transitionsprozessen und damit die Betrachtung von Veränderungen über längere Zeiträume, was insbesondere vor dem Hintergrund von Umweltfragestellungen ein wichtiger Untersuchungsgegenstand ist (Kemp, Nill 2009). In diesem Zusammenhang wird auch auf die Bedeutung von günstigen Zeitfenstern für das Entstehen und Verbreiten von Umweltinnovationen hingewiesen (Sartorius, Zundel 2005).

Ein wichtiges Unterscheidungskriterium der evolutorischen Ökonomie von der neoklassischen Umweltökonomie ist das Aufgeben der Annahme der perfekten Rationalität von Akteuren. An dessen Stelle treten das Konzept der beschränkten Rationalität und das Satisficing als Handlungsmaxime. Es wird nicht mehr angenommen, dass sich die Akteure stets optimal verhalten, sondern dass sie auf Grundlage gewisser Daumenregeln und Routinen zu zufriedenstellenden Entscheidungen (Satisficing) kommen (Nelson, Winter 1982a). Es sind also Routinen, die das Innovationsverhalten von Unternehmen bestimmen (Becker 2008; Becker 2004). Diesbezüglich betonen Nelson und Nelson (2002), dass sich diese Verhaltensroutinen über einen längeren Zeitraum entwickelt und verfestigt haben. Aus wissenschaftlicher Sicht stellt sich daher die Frage, inwiefern Reaktionen auf die neuen klimapolitischen Instrumente, zu denen der EU-EH gehört, in bestehende Geschäftsroutinen integriert werden, oder ob in Unternehmen neue Routinen entstehen, die das Innovationsverhalten der Akteure langfristig steuern.

Ein weiteres wichtiges Element der evolutorischen Ökonomie ist die Abkehr von einem repräsentativen Akteur, um Innovationsentscheidungen unter Berücksichtigung der Heterogenität von Akteuren besser erklären zu können (Dosi et al. 2002; Nelson 1991; Nelson, Winter 1982b). Diesbezüglich wird die evolutorische Ökonomik ergänzt durch Managementtheorien, und hierbei insbesondere durch den ressourcenbasierten Ansatz. Die ressourcenbasierte Managementtheorie geht von heterogenen Firmen mit unterschiedlichen Ressourcen und Fähigkeiten aus, was unterschiedliche Firmenreaktionen trotz vergleichbarer externer Rahmenbedingungen erklärt. Demnach wird nur dann ein nachhaltiger Wettbewerbsvorteil generiert, wenn die unternehmerischen Ressourcen und Fähigkeiten wertvoll, selten, nicht perfekt nachahmbar und nicht substituierbar sind (Barney, 1991; Dierickx & Cool, 1989; Peteraf, 1993; Wernerfelt, 1984). Bei den Ressourcen handelt es sich um physische, personelle und organisatorische Inputs in den Produktionsprozess (Barney, 1991; Grant, 1991). Unter Fähigkeiten versteht man hingegen die Kapazität einer Firma, vorhandene Ressourcen zur Erlangung

eines erwünschten Ziels einzusetzen und dadurch einen Wettbewerbsvorteil zu erzeugen (Amit & Schoemaker, 1993; Barney, 2001).

Die Literatur nennt eine Vielzahl von Ressourcen und Fähigkeiten, die die Innovationsfähigkeit einer Firma erklären. In Anlehnung an Christensen und Rosenbloom (1995) wird in dieser Studie zwischen drei grundsätzlichen Variablen unterschieden, mit denen die Heterogenität von Firmen erklärt werden kann: das Technologieportfolio, organisatorische Fähigkeiten und Wertschöpfungskettenpositionierung.

Das Technologieportfolio einer Firma ist insbesondere vor dem Hintergrund der damit verbundenen CO₂-Intensität und damit der Betroffenheit von Klimapolitik von Bedeutung. Firmen mit CO₂-Intensiven Technologien sind demnach stärker von Klimapolitik betroffen, so dass von ihnen verstärkt Innovationsaktivitäten erwartet werden könnten. Darüberhinaus spielen die bisher genutzten oder angebotenen Technologien und damit das Vorhandensein von komplementärem Kapital eine wichtige Rolle für unternehmerische Innovationsaktivitäten (Christmann, 2000). Dieser Aspekt des bestehenden Technologieportfolios ist vor dem Hintergrund von Pfadabhängigkeiten, die auch in der Evolutorischen Ökonomie betont werden, für die Innovationstätigkeiten von EU-EH-Unternehmen und deren Technologieanbietern von großer Bedeutung. So haben evolutorische Studien gezeigt, dass alteingesessene Marktteilnehmer eine bislang dominierende und von ihnen beherrschte Technologie insbesondere dann inkrementell verbessern, wenn das alte technologische Regime und damit die eigenen technologischen Kompetenzen und die damit verbundenen Geschäftsmodelle von radikalen technologischen Durchbrüchen bei Alternativtechnologien bedroht werden. Das Beispiel von der Segelschiffahrt, die schließlich von der Dampfschiffahrt abgelöst wurden, zeigt eindrücklich den Impuls für inkrementelle Innovationen, der durch eine bedrohliche Veränderung des Umfelds – in diesem Fall durch neue Konkurrenztechnologien – ausgelöst werden kann (Cooper, Schendel 1976; Gilfillan 1935).

Die organisatorischen Fähigkeiten einer Firma stellen die zweite wichtige Variable zur Berücksichtigung von Firmenunterschieden dar. Sie ermöglichen eine effiziente Nutzung der Ressourcen einer Firma und können herangezogen werden, um den Umgang einer Firma mit technologischem Wandel aber auch mit der Veränderung des Geschäftsumfelds und damit auch mit der Einführung der neuen marktbasierenden Instrumente der Klimapolitik zu erklären. Gemäß Sharma und Vredenburg (1998) umfassen die organisatorischen Fähigkeiten die Integration von Stakeholdern, Lernen auf höherem Niveau und kontinuierliche Innovation. Eine wichtige organisatorische Fähigkeit in sich schnell wandelnden Geschäftsumfeldern sind dynamische Fähigkeiten hinsichtlich der Anpassung von firmeneigenen Ressourcen und bestehenden Fähigkeiten, mit deren Hilfe die langfristige Wettbewerbsfähigkeit einer Firma erklärt werden kann (Helfat, Peteraf 2003; Teece et al. 1997). Hierzu zählen aber auch eine gemeinsame Nachhal-

tigkeitsvision und die allgemeine Proaktivität einer Firma (Hamel, Prahalad 1989; Hart 1995; Kaplan, Tripsas 2008).

Schließlich berücksichtigen Christensen und Rosenbloom (1995) das Value-Netzwerk, also die Positionierung einer Firma im Markt hinsichtlich ihrer Beziehungen zu Lieferanten und Kunden. Gleichzeitig haben grundlegende Innovationsstudien zu sektoralen Innovationsmustern darauf hingewiesen, dass sich die Zusammenarbeit verschiedener Akteure entlang der Wertschöpfungskette eines Industriezweiges und damit auch der entsprechende Innovationsprozess in unterschiedlichen Sektoren unterscheidet (Pavitt 1984). Hieraus lässt sich ableiten, dass die Untersuchung zur Innovationswirkung von Klimapolitik nicht nur bei den direkt von der Regulierung betroffenen Firmen ansetzen sollte, sondern auch solche Firmen berücksichtigen sollte, die für das Innovationsgeschehen von Bedeutung sind, was im Fall der betrachteten lieferantendominierten Sektoren insbesondere die Technologieanbieter sind.

In Ergänzung zu diesen drei Hauptvariablen werden in den Innovationsstudien üblicherweise auch Kontrollvariablen berücksichtigt, wie bspw. die Firmengröße (Soete 1979) oder die grundsätzliche Innovativität einer Firma. Letztere hängt eng damit zusammen, dass bestehende Marktlücken erkannt und genutzt werden, was im Bereich der Nachhaltigkeitswirtschaft in der Regel bei Firmen mit einem proaktiven Umweltmanagement der Fall ist (Zahra et al., 2002; Shrivastava, 1995). Für den Emissionshandel und die projektbezogenen Kyoto-Mechanismen hieße dies, dass innovative Firmen die durch die Klimaschutzpolitik generierte Nachfrage schneller als Geschäftschance erkennen und nutzen (Pinkse, 2006).

2.2.4 Politikrahmen und institutionelle Ausgestaltung

2.2.4.1 Externe Kontextfaktoren

Unternehmerische Innovationsaktivitäten werden von verschiedenen firmenexternen und firmeninternen Faktoren bestimmt (del Río González 2009; Rehfeld et al. 2007). Umweltpolitische Regulierungen sind neben anderen *innovationspolitischen Regulierungen* (z. B. Förderung von Forschung und Entwicklung) und *Marktfaktoren* (z. B. Preise für Energieträger) nur ein Faktor für Innovationsaktivitäten von Unternehmen (z. B. Newell et al. 1999). Dabei ist zu beachten, dass der EU-Emissionshandel letztendlich nicht losgelöst von anderen *klimapolitischen Rahmenbedingungen* wie langfristigen Emissionszielen der EU oder einer Post-Kyoto Klimaarchitektur zu betrachten ist. Invention und Diffusion bestimmter Technologien innerhalb einer bestimmten Region hängen letztendlich auch von der *öffentlichen Akzeptanz* ab (Hekkert et al. 2007).

2.2.4.2 Regulatorisches Risiko

Aus Unternehmensperspektive ergibt sich ein regulatorisches Risiko aus der Vorhersagbarkeit der zukünftigen Weiterentwicklung der klimapolitischen Regulierung. Wirkung auf Investition und Innovation geht von der bereitgestellten Information über die Allokation in der Zukunft aus. Eine möglichst frühzeitige Festlegung der zukünftigen Allokationsregeln – aber nicht notwendigerweise des Emissionsbudgets – erhöht die *Planungssicherheit* der investierenden Unternehmen.

Auch die Dauer, für die die Höhe der Emissionsbudgets festgelegt wird, kann Einfluss auf das Innovationsgeschehen haben. Durch die relativ kurzen Handelsperioden im EU-EH (3 und 5 Jahre) mit den jeweiligen Regelungen, die in den nationalen Allokationsplänen der Mitgliedsstaaten festgelegt wurden (Schleich et al. 2009), wird der EU-EH mit einem hohen Grad an regulatorischer Unsicherheit in Verbindung gebracht (Hoffmann et al. 2008; 2009). Auf der einen Seite erhöhen längere Verpflichtungsperioden Sicherheit über die Höhe der Emissionsbudgets insgesamt. Auf der anderen Seite ist aus Investorensicht nicht Sicherheit über die Höhe der Budgets, sondern über die Preise der Zertifikate entscheidend, da diese für die Wirtschaftlichkeit von Investitionen ausschlaggebend sind. Aus dieser Perspektive wäre eine flexible Periodengestaltung, die eine zeitnahe Anpassung der Budgets auf Änderungen der politischen (z. B. Beteiligung weiterer Staaten an klimapolitischen Verpflichtungen), wirtschaftlichen (z. B. aktuelle Finanz- und Wirtschaftskrise) oder technologischen Rahmenbedingungen (z. B. Durchbrüche bei CCS) erlaubt, innovationsfreundlicher.

Bezüglich des CDM ist die regulatorische Sicherheit für laufende Projekte an die Zertifizierungszeiträume von einmal 10 Jahren oder bis zu 3 x 7 Jahren geknüpft. Allerdings besteht für neue Projekte aufgrund der noch ausstehenden Regeln für ein Kyoto-Folgeklimaabkommen noch eine hohe regulatorische Unsicherheit.

Die Vorhersagbarkeit der institutionellen Rahmenbedingungen ist insbesondere für Sektoren von Bedeutung, in denen langfristige Investitionszyklen vorherrschen, wie beispielsweise im Stromsektor oder in der Zementindustrie.

2.2.4.3 Institutionelle Ausgestaltung

Sowohl der EU-Emissionshandel als auch der Clean Development Mechanism mit den damit verbundenen CO₂-Preisen zählen zu den marktwirtschaftlichen Instrumenten, die von Ökonomen aufgrund der kontinuierlichen Innovationsanreize üblicherweise als innovationsfreundlichster Instrumententyp angesehen werden (Baumol, Oates 1988; Requate 2005). Aktuelle wissenschaftliche Studien deuten allerdings darauf hin, dass der *Einfluss der institutionellen Ausgestaltung* des Politikinstrumentes im Hinblick auf Innovationsaktivitäten möglicherweise größer ist, als die Wahl des Instrumententyps (Kemp, Pontoglio 2008; Vollebergh 2007). Die konkrete Ausgestaltung eines Emissi-

onshandelssysteme beeinflusst zum einen den Preis für Emissionsrechte sowie die Wirtschaftlichkeit von Modernisierungs- und Neuanlageninvestitionen. Zum anderen beeinflussen die Zuteilungsregeln für Bestands- und Neuanlagen die Wirtschaftlichkeit eines Weiterbetriebs bestehender Anlagen sowie von Neuinvestitionen (vgl. Schleich et al. 2009). Beide Wirkungsketten zusammen determinieren die finanziellen Anreize für Innovationen.

Ausgestaltungselemente, die auf der „Makro-Ebene“ das Innovationsverhalten beeinflussen können, umfassen die Höhe des Emissionsbudgets, die Möglichkeit der Anrechnung von externen Gutschriften aus CDM oder JI Projekten, sowie die Regelungen zum intertemporalen Transfer von Rechten (Banking und Borrowing). Unter dem Aspekt der Investitionssicherheit ist auch die Dauer von Verpflichtungsperioden (Regulierungssicherheit) für Art und Umfang von Innovationsaktivitäten relevant. Auf der „Mikro-Ebene“ sind hingegen die konkreten Zuteilungsregeln für Bestands- und Neuanlagen relevant.

2.2.4.3.1 Höhe der Emissionsbudgets

Die Innovationswirkungen des EU-EH hängen primär vom Preis für Emissionsrechte ab, der wiederum u. a. von der Knappheit bzw. zur Verfügung stehenden Gesamtmenge an Emissionsrechten sowie den Kosten der verfügbaren Minderungsoptionen bestimmt wird. Die Höhe des Emissionsbudgets spielt demnach eine wesentliche Rolle für die Innovationswirkungen. Je kleiner dieses Budget im Vergleich zum Bedarf der Emittenten ist, desto stärker ist die Knappheit an Emissionsrechten und desto höher werden die Preise für Emissionsrechte und damit auch die Anreize für Innovationen sein. Da Emissionsrechte zwischen den Teilnehmern aus unterschiedlichen Ländern uneingeschränkt handelbar sind, gilt im Hinblick auf die Innovationswirkungen, dass nicht die Höhe der nationalen EH-Budgets ausschlaggebend ist, sondern die Summe der EH-Budgets sämtlicher Teilnehmerstaaten. Ferner ist zu beachten, dass ohne weitere Zielverschärfungen die Diffusion emissionssparender Technologien den Marktpreis senkt, da sie die Nachfrage nach Emissionsrechten reduzieren bzw. das Angebot erhöhen. Das heißt, langfristig können die Innovationswirkungen des Emissionshandels abnehmen, falls nicht die Menge an ausgegebenen Zertifikaten in folgenden Allokationsplänen kontinuierlich reduziert wird (vgl. z. B. Requate 2005).

2.2.4.3.2 Zeitliche Flexibilität

Eine weitere Rahmenbedingung mit Wirkung auf die Zielstringenz und damit auf die Innovationsanreize stellen die Regeln des Banking – d. h. der Übertragung von Zertifikaten von einem Jahr in das folgende Jahr – und des Borrowing – d. h. dem Vorziehen von Zertifikaten aus Folgejahren – dar. Durch diese Regeln steigt die Flexibilität bei der Wahl des Zeitpunkts, zu dem Emittenten Minderungsmaßnahmen durchzuführen ha-

ben. Dadurch verringern sich die Gesamtminderungskosten, die während des ganzen Zeitraums anfallen. Gleichzeitig tragen Banking und Borrowing durch die Möglichkeit von „Pufferbildungen“ zu einer Glättung der Preisschwankungen zwischen den Perioden bei. Banking beschleunigt außerdem die Diffusion neuer Technologien, da sich die Rentabilität einer Investition in emissionsarme Technologien durch die Möglichkeit, frei werdende Emissionsrechte ansparen zu können, tendenziell verbessert.¹⁹ Frei werdende Emissionsrechte müssen nicht notwendigerweise sofort am Markt verkauft werden, sondern können auch in zukünftige Perioden, für die ein Investor mit höheren Preisen rechnet, übertragen werden. Auch im Acid Rain-Programm in den USA wurde von der Möglichkeit des Banking reger Gebrauch gemacht. Empirische Untersuchungen zeigen, dass Unternehmen aufgrund der Banking-Möglichkeit Investitionen im Acid Rain-Programm vorgezogen haben, was letztendlich auch der Umwelt zugute kam (vgl. dazu Ellerman 2003; Ellerman, Montero 2002).²⁰

2.2.4.3.3 Anrechnung von externen Gutschriften

Um die Kosteneffizienz des Emissionshandels zu erhöhen, wurde über eine so genannte „Linking Directive“ (2004/101/EG) den Anlagenbetreibern die Möglichkeit eingeräumt, auch die projektbasierten Mechanismen des Kyoto Protokolls (Clean Development Mechanism und Joint Implementation)²¹ zu nutzen. Dies bedeutet, dass die Anlagenbetreiber nicht nur Minderungen innerhalb ihrer europäischen, vom Emissionshandel betroffenen Anlagen vornehmen können, sondern zum Teil auch Minderungen im Ausland und bei anderen Treibhausgasen anrechnen können. Damit erweitert sich zum einen das Spektrum an innovativen Minderungsoptionen, die durch den Emissionshandel induziert werden können. Zum anderen können diese Gutschriften, die in EUAs umtauschbar sind, als Substitute für interne Minderungsmaßnahmen bzw. den Zukauf von EUAs betrachtet werden, so dass die Innovationswirkungen innerhalb des Emissionshandelsbereichs abnehmen. Dies gilt insbesondere dann, wenn diese Gutschriften kostengünstiger sind als interne Maßnahmen bzw. als EUAs. Die Möglichkeit

¹⁹ Für nachfolgende Phasen kann Banking allerdings dazu führen, dass weniger Innovationen in Unternehmen umgesetzt werden, da auch die transferierten Emissionsrechte zur Deckung der Emissionen in der zweiten Phase verwendet werden können (vgl. auch Phaneuf, Requate 2002).

²⁰ Siehe Schleich et al. (2006) für weitere Details zu Banking im Rahmen des EU-EH.

²¹ Die modifizierte EU-Emissionshandelsrichtlinie (EU 2008b) für die dritte Verpflichtungsperiode (2013-2020) sieht vor, dass auch Gutschriften aus nationalen Ausgleichsprojekten zur Anrechnung kommen könnten.

der Anrechnung externer Gutschriften kann daher auch den Druck auf Investitionen in neue Technologien für Unternehmen innerhalb des EU-EH mindern.²²

Auf der Mikro-Ebene werden die Innovationseffekte betrachtet, die von den Zuteilungsregeln für bestehende und neue Anlagen bzw. Anlagenteile ausgelöst werden.

2.2.4.3.4 Gratisvergabe versus Auktionierung

Die Innovationswirkungen eines Emissionshandelssystems hängen auch von der Vergabeform für die Zertifikate ab. Man unterscheidet typischerweise zwischen einer Versteigerung der Zertifikate, einer Gratisvergabe und einer Mischung aus beiden Varianten. UmweltökonomInnen bevorzugen in der Regel eine Versteigerung von Rechten (z. B. Cramton, Kerr 2002). Dies liegt in erster Linie daran, dass Auktionserlöse verwendet werden können, um die gesamtwirtschaftliche Effizienz durch Abbau anderer Verzerrungen (z. B. Steuern auf Arbeit) zu erhöhen (z. B. Pezzey, Park 1998). Eine Versteigerung verhindert außerdem (zumindest teilweise) sog. „Windfall Profits“ (Knappheitsrenten), die bei einer Gratisvergabe dann anfallen, wenn Unternehmen die Opportunitätskosten (zumindest teilweise) überwälzen. Schließlich ist eine Auktionierung im Gegensatz zu einer Gratisvergabe mit dem sog. „Polluter pays principle“ vereinbar und das Ergebnis wird eher als „fair“ akzeptiert (vgl. u. a. Diekmann, Schleich 2006; Hepburn et al. 2006).

A Anreize zum Anlagenersatz

Bei der Entscheidung über den Zeitpunkt für den Ersatz einer Altanlage ziehen Investoren die (Opportunitäts-) Kosten der Altanlage für den Ausstoß an Treibhausgasen in Betracht. Falls das Stilllegen einer Anlage die Zuteilung mit Emissionsrechten nicht ändert, sind die Anreize zum Ersatz der Altanlage bei Gratisvergabe und Versteigerung identisch (z. B. Ahman et al. 2007; Graichen, Requate 2005). In diesem Falle kann der Investor die gesamte Zuteilungsmenge der Altanlage verkaufen und vermeidet darüber hinaus gegebenenfalls noch Ausgaben für den Zukauf von Rechten für die Altanlage. Die Summe dieser Beträge entspricht exakt den Ausgaben für den Kauf der entsprechenden Menge an Rechten bei einer Versteigerung. Falls die Stilllegung einer Anlage zum (partiellen) Verlust der Zuteilung führt, sind die Anreize zur Anlagenstilllegung bei einer Auktionierung höher. In diesem Falle lohnt es sich, die Altanlage länger zu betreiben, da die Erlöse aus dem Verkauf der frei werdenden Emissionsrechte nicht in die Betriebsentscheidung einbezogen werden können.

²² Dabei ist jedoch zu beachten, dass Preise nicht das einzige Entscheidungskriterium für die Auswahl der „Compliance“ Strategie sind. Bei endkundennahen Unternehmen spielen auch Reputationseffekte der unterschiedlichen Strategien eine Rolle (vgl. Faure et al. 2009).

B Indirekte Innovationsanreize aus Kostenüberwälzung

Im Hinblick auf die indirekten Innovationsanreize, die durch die Überwälzung der EU-EH-induzierten Mehrkosten ausgelöst werden, spielt zumindest theoretisch die Art der Vergabe der Emissionsberechtigungen keine Rolle. Da aus Sicht der Unternehmen auch gratis erhaltene Emissionsberechtigungen Opportunitätskosten haben – sie könnten zu einem positiven Preis verkauft werden – sollten Versteigerung und Gratisvergabe dieselben Kostensteigerungen nach sich ziehen (vgl. z. B. Bode 2008; Diekmann, Schleich 2006; Sijm et al. 2006).

C Adoptionsverhalten

Eine Innovation senkt direkt die Emissionskosten beim Adopter, da frei gewordene Zertifikate verkauft werden können bzw. weniger Zertifikate auf dem Markt oder bei der Auktion erworben werden müssen. Dieser Effekt ist bei Gratisvergabe und Auktion zunächst gleich. Wird jedoch die Diffusion der neuen Technologie mit in die Betrachtung einbezogen, dann profitiert der Adopter unter einer Versteigerung im Vergleich zu einer Gratisvergabe auch langfristig (vgl. Milliman, Prince 1989): Durch die weitere Verbreitung der emissionsarmen Technologien bei anderen Emittenten reduziert sich die Nachfrage nach Zertifikaten bzw. das Angebot steigt. Infolgedessen sinkt der Zertifikatspreis und der Adopter weist unter einer Auktion geringere Kosten für seine zukünftigen Restemissionen auf. Im Vergleich dazu führt diese Preissenkung unter einer Gratisvergabe für den Adopter langfristig zu Mindereinnahmen für frei gewordene Zertifikate. Aus diesem Grund wird in der Literatur in der Regel von höheren Innovationswirkungen bei versteigerten Emissionsrechten im Vergleich zur kostenlosen Vergabe ausgegangen. Inwieweit der Preis für Emissionsberechtigungen nach der Diffusion tatsächlich sinkt, ist allerdings von der Reaktion und Antizipation von Innovationen durch den Staat bzw. die Regulierungsbehörden abhängig. Erfolgt eine entsprechende Anpassung in Form einer Zielverschärfung, so verringert sich der Unterschied zwischen Gratisvergabe und Auktion im Hinblick auf ihre Innovationswirkungen.

D Frühzeitige Preissignale durch Versteigerungen

Beim Vergleich von Auktion und Gratisvergabe ist außerdem zu berücksichtigen, dass durch eine Auktion, die dem eigentlichen Marktgeschehen zeitlich vorgeschaltet ist, frühzeitige Preissignale basierend auf den wahren Knappheitsverhältnissen gesetzt werden können, da die Unternehmen ihre Gebote in der Auktion auf Grundlage ihrer Grenzvermeidungskosten und der erwarteten Preise auf dem Sekundärmarkt abgeben (z. B. Ehrhart et al. 2005; Schmalensee et al. 1998). Dadurch verfügen alle Marktteilnehmer über einen frühzeitigen Indikator für ihre Investitions- und Handelsentscheidungen, und die Effizienz des Handelssystems verbessert sich. Auktionen können nicht nur für Zertifikate des laufenden Jahres oder der aktuellen Handelsperiode

durchgeführt werden, sondern auch für zukünftige Perioden. Die verbesserte Planungssicherheit kann sich dann in einem verstärkten Innovationsverhalten widerspiegeln. Die Preissignale kurzfristig vorgeschalteter Auktionen wirken in erster Linie auf die Diffusion, langfristig vorgeschaltete Auktionen können auch FuE-Aktivitäten beeinflussen.

2.2.4.3.5 Grandfathering versus Benchmarking für Bestandsanlagen

Beim Grandfathering bemisst sich die Höhe der Gratiszuteilung an Emissionen in der Vergangenheit. Beim Benchmarking errechnet sich die Menge an gratis zugeteilten EUAs als Produkt aus einem vorgegebenen spezifischen Emissionswert (i.e. dem Benchmark) und einer passenden Aktivitätsgröße (z. B. t CO₂/t Zementklinker multipliziert mit der historischen Klinkerproduktion einer Anlage). Benchmarking stellt effiziente Anlagen besser als ineffiziente, da diese weniger fehlende Emissionsrechte zukaufen müssen bzw. mehr überschüssige Rechte verkaufen können. Eine Benchmark-Zuteilung setzt daher auch höhere Anreize, alte ineffiziente Anlagen durch neue, effiziente zu ersetzen – sofern die Stilllegung der Altanlage mit einem Verlust der Zuteilung einhergeht.²³ Diese Anreize zum Anlagenersatz sind aber weniger stark als bei einer Versteigerung.

2.2.4.3.6 Updating der Basisperiode

Falls die zukünftige Gratiszuteilung von Emissionsberechtigungen von noch beeinflussbaren Aktivitätsgrößen (z. B. Höhe der heutigen Emissionen) einer Anlage abhängt (sog. updating), steigen die Grenzkosten von Emissionsminderungen um die Opportunitätskosten zukünftig niedrigerer Zuteilungsmengen („wer heute weniger emittiert, erhält in Zukunft entsprechend weniger Rechte“) (vgl. z. B. Neuhoff et al. 2006). Ein „updating“ mindert damit Anreize für Investitionen in emissionsparende Technologien.

2.2.4.3.7 Regelungen für Neuanlagen

Prinzipiell ist denkbar, dass neue Marktteilnehmer (Neuanlagen und Kapazitätserweiterungen) entweder Zertifikate am Markt zukaufen müssen, oder dass sie diese gratis, z. B. aus einer vorher angelegten Reserve, erhalten. Müssen die Investoren die erforderlichen Rechte am Markt zukaufen, bestehen starke monetäre Anreize, die emissionsärmste Technologie einzusetzen, da dann weniger Emissionsrechte am Markt zu erwerben sind. Erhalten neue Marktteilnehmer hingegen ihre Zertifikate kostenlos,

²³ Andernfalls lässt sich zeigen, dass die Anreize zum Ersatz der Altanlage bei Benchmarking und konventionellem Grandfathering identisch sind (vgl. Cremer, Schleich 2006).

könnten aus ökonomischer Sicht zu viele, gegebenenfalls ineffizient produzierende, Teilnehmer auf den Markt kommen (vgl. Graichen, Requate 2005; Spulber 1985).

Aus Sicht der Unternehmen erhöht eine kostenlose Zuteilung generell die Wirtschaftlichkeit einer Investition und kann zu einem verstärkten *Investitionsverhalten* führen (auch Vorziehen von Investitionen – insbesondere dann, wenn mit nachteiliger Änderung der Zuteilungsregeln in Zukunft zu rechnen ist). Im Hinblick auf die *Technologiewahl* spielt die konkrete Zuteilungsregelung eine Rolle. Erhalten Neuanlagen keine Gratiszuteilung, besteht, wie oben bereits erwähnt, ein hoher Anreiz, die kohlenstoffärmste Technologie zu wählen. Bei einer Zuteilung nach festen einheitlichen produktspezifischen Benchmarks (CO₂ pro Tonne Zementklinker oder pro kWh Strom) werden ebenfalls Anreize geschaffen, in emissionsarme Technologien zu investieren. Werden Technologien eingesetzt, die mit ihren spezifischen Emissionen unter dem Benchmark bleiben, können nämlich die restlichen Emissionsrechte verkauft werden. Umgekehrt müssen Betreiber von Anlagen, die mehr ausstoßen als die Zuteilung nach einem Benchmark vorsieht, die restlichen Emissionsrechte am Markt zukaufen. Für die Investitionsanreize (Technologiewahl) an sich spielt dabei die Höhe des Benchmarks keine Rolle.²⁴ Wird allerdings ein differenzierter Benchmark gewählt – z. B. nach Technologien oder nach Brennstoffen – so ist nur mit Investitionen in die effizienteste Technologie innerhalb eines Benchmarks zu rechnen und nicht notwendigerweise in die emissionsärmste verfügbare Technologie per se. Für die Technologiewahl spielt aber nicht nur die Höhe des Benchmarks eine Rolle, sondern auch die Aktivitätsgröße (Kapazität, Anlagenauslastung etc.), die zur Berechnung der Höhe der Gratiszuteilung verwendet wird. Entscheidend ist letztendlich, ob es für die Produktion derselben oder hinreichend ähnlicher Produkte technologiespezifische Unterschiede in der Höhe der Gratiszuteilung gibt.

2.3 Forschungsrahmen

Das verwendete *Innovationskonzept* basiert auf dem Oslo Manual und konzentriert sich auf Neuheiten aus Sicht des Unternehmens (OECD 2005). In Anlehnung an neoklassische (Requate 2005) und evolutorische Studien (Oltra, Saint Jean 2005) differenzieren wir Innovation in Forschung und Adoption. Als weitere Innovationsdimension betrachten wir organisatorische Innovation (Armbruster et al. 2008; Christensen, Ro-

²⁴ Die Wirtschaftlichkeit einer Investition hängt hingegen sehr wohl von der Höhe des Benchmarks ab: je anspruchsvoller die Benchmarks, desto niedriger ist der Gewinn. Die Höhe der Zuteilung für Neuanlagen beeinträchtigt daher durchaus die Entscheidung, ob und gegebenenfalls in welcher Region eine neue Investition durchgeführt wird. Im Unterschied zu Belgien, wo für Flandern, Wallonien und Brüssel unterschiedliche Neuanlagenregelungen existieren, gibt es in Deutschland keine regionale Differenzierung der Zuteilungsregeln.

senbloom 1995; Edquist 1997). Bezüglich der Innovationsdimension *Forschung, Entwicklung und Demonstrationsvorhaben* (FuE) verstehen wir im Wesentlichen unter Forschung Grundlagenforschung im Labor, Entwicklung umfasst Tests einer neuen Technologie im Pilotmaßstab, während Demonstrationsvorhaben bereits die Anwendung in einem größeren Maßstab mit einschließt. Unter *Adoption* fassen wir Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungsmaßnahmen zusammen. Damit einher geht die Diffusion bestehender Technologien. *Organisatorische Veränderungen* beinhalten Änderungen interner Prozesse und Unternehmensstrukturen, sowie den Wandel der Unternehmensvision. In dieser Studie sind wir insbesondere an solchen Innovationen interessiert, die zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen. Diese werden im Folgenden als unternehmerische Klimainnovationsaktivitäten bezeichnet.

Die Konkretisierung der Forschungsfragen in den Fallstudien und Umfragen integriert die Kernelemente der verschiedenen Theoriestränge, wie sie im ersten Teil des Kapitels dargelegt wurden. Aus diesen Ausführungen wird deutlich, dass die einzelnen Theoriestränge sich sowohl ergänzen als auch überlagern. Dies spiegelt sich auch bei der Generierung von Hypothesen wider, die in der Regel mehreren bzw. einer Kombination von Theoriesträngen zuzuordnen sind (vgl. Kapitel 2.4)

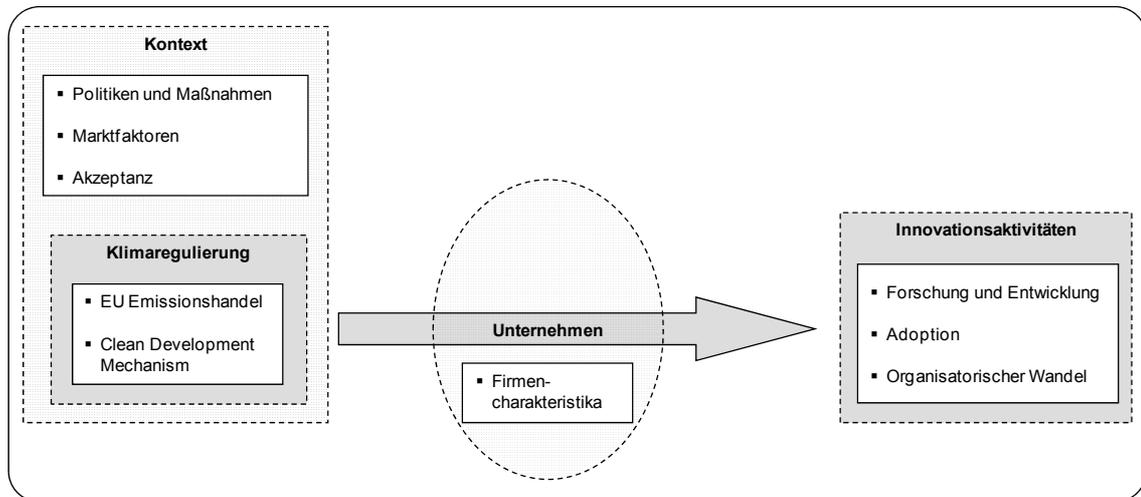
Bezüglich des *Einflusses der institutionellen Ausgestaltung* auf Innovationsaktivitäten wurden in der Literatur die *Stringenz* (Frondel et al. 2007; 2008) und die *regulatorische Sicherheit* (Hoffmann et al. 2008; Jänicke et al. 2000) eines Politikinstrumentes als entscheidende Gestaltungsmerkmale identifiziert. Ein Maß für die *Stringenz* des EU-EH ist der damit verbundene monetäre Aufwand der regulierten Unternehmen (Bernauer et al. 2006). Dieser Aufwand ergibt sich aus der festgelegten Emissionsobergrenze und dem daraus resultierenden Marktpreis für Emissionsrechte, sowie aus den Detailregelungen zur Gratisallokation, dem Auktionierungsanteil oder der Nutzungsgrenze für Gutschriften aus den projektbasierten Kyoto-Mechanismen (Betz et al. 2006). Im Fall des freiwilligen Instrumentes CDM kann die Stringenz zu einem großen Teil an den Ausschlusskriterien und der Methodologie und damit der Baseline festgemacht werden. Unter *Stringenz* subsumieren sich folglich in erster Linie Thesen, die sich aus der Umweltökonomik und dem Politikrahmen (inkl. institutioneller Ausgestaltung) ergeben. *Regulatorische Sicherheit* hängt von der Vorhersagbarkeit der Weiterentwicklung der klimapolitischen Instrumente in Bezug auf Ausgestaltung und Dauer ab. Darüber hinaus werden unter *externen Kontextfaktoren*, die für Klimainnovationsaktivitäten in Unternehmen eine Rolle spielen, Politiken und Maßnahmen, so z. B. die Förderung erneuerbarer Energien oder von Kraft-Wärme-Kopplung sowie innovationspolitische Instrumente, aber auch Treibhausgasreduktionsziele auf UN, EU und nationaler Ebene betrachtet. Weitere in der Untersuchung berücksichtigte Kontextfaktoren sind ökonomische Rahmenbedingungen, wozu die Entwicklung von Preisen und Nachfrage aber auch Marktstrukturen gehören, sowie die öffentliche Akzeptanz bestimmter Technologien. In den

externen Kontextfaktoren spiegeln sich letztendlich Elemente evolutionsökonomischer Ansätze, des Politikrahmens sowie der umweltökonomischen Theorie wider.

Mit der Integration von *firmeninternen Innovationsdeterminanten* wird ausdrücklich die Heterogenität der Unternehmen und damit ihrer Handlungsstrategien im Untersuchungsrahmen berücksichtigt (Barney 1991). Da Innovationen in den Untersuchungssektoren typischerweise lieferantendominiert sind und damit Technologielieferanten eine entscheidende Rolle spielen (Pavitt 1984), ist die Position des Unternehmens entlang der Wertschöpfungskette eine wichtige Innovationsdeterminante (Mazzanti, Zoboli 2006). Diese Studie berücksichtigt daher nicht nur solche Unternehmen, die verpflichtet sind am EU-EH teilzunehmen, sondern auch Technologieanbieter als weitere Unternehmensgruppe. In Anlehnung an Christensen und Rosenbloom (1995) wurde zudem das Technologieportfolio eines Unternehmens in den Untersuchungsrahmen mit aufgenommen. Art und Anteil der Technologien im Unternehmensportfolio bestimmen die konkrete Belastung eines Unternehmens durch den EU-EH und können maßgeblich durch die damit assoziierten technologischen Ressourcen und Kernkompetenzen zukünftige Handlungsstrategien beeinflussen. Außerdem berücksichtigt diese Studie die Unternehmensgröße, da dadurch der Handlungsspielraum und Verhaltensmuster beeinflusst werden können. Letztendlich zählen zu den firmeninternen Innovationsdeterminanten auch die unternehmerische Proaktivität und damit die Fähigkeit, eine gemeinsame Vision zu erschaffen (Hart 1995). Bei den firmeninternen Innovationsdeterminanten kommen primär Ansätze der evolutionsökonomischen Theorie und des resource-based view of the firm zum Tragen. Erkenntnisse aus der Transaktionskostenökonomik werden ebenfalls – wenngleich etwas weniger prominent – berücksichtigt.

Abbildung 2-1 fasst den Untersuchungsrahmen zusammen: die Innovationswirkung der marktbezogenen neuen Klimapolitikinstrumente wird innerhalb eines interdisziplinären Bezugsrahmens untersucht, der zur Identifizierung der diversen Innovationsdeterminanten auf zwei wesentliche Theoriestränge zurückgreift: zum einen für die Konzeptionalisierung der Anreizwirkung von Klimapolitik auf die neoklassisch fundierte Umweltökonomik (ergänzt um relevante Aspekte, die sich aus der konkreten institutionellen Ausgestaltung der Instrumente ergeben) und zum anderen auf evolutorisch geprägte Innovationsstudien (ergänzt um den ressourcenbasierten Ansatz der Managementwissenschaft), die den Rahmen hinsichtlich des Einflusses von firmenexternen Kontextfaktoren sowie variierenden Firmencharakteristika sowie um die drei Dimensionen von Innovation erweitert.

Abbildung 2-1: Interdisziplinärer Untersuchungsrahmen



2.4 Zusammenstellen der Hypothesen

In Tabelle 2-1 werden die einzelnen Hypothesen, die sich aus einer integrierten Betrachtung der verschiedenen Theoriestränge ergeben, zusammengestellt. Die Struktur der Zusammenstellung orientiert sich am Forschungsrahmen. Aus der Tabelle ist erkennbar, auf welchen Theoriestrang die jeweilige Hypothese und Unterhypothese zurückgeführt wurden. Die Darstellung verdeutlicht zum einen, dass die einzelnen Theoriestränge sich sowohl ergänzen als auch überlagern. Zum anderen ist eine eindeutige Zuordnung von Hypothesen und Theoriesträngen nicht möglich.

Im Vorgriff auf die Auswertung der Umfragen in Kapitel 4 sind in Tabelle 2-1 auch diejenigen Hypothesen und Unterhypothesen kenntlich gemacht, die nicht auf Basis der Umfrage getestet werden können. Eine Begründung ist ebenfalls beigefügt.

Tabelle 2-1: Zusammenstellung der Hypothesen

	Theoriebasis	Hypothese	Begründung, wenn Hypothese nicht im Rahmen der Umfrage getestet wird	EH-Unternehmen	EH-Unternehmen	
				Technologieanbieter		
				FuE	Neuanlagen	Modernisierung
		1 Aktivitäten (FuE, Adoption Neuanlagen und Modernisierung)				
		1.1 Genereller Einfluss von EU-EH und Klimapolitik				
x	U,T, E,PI	1. EU-EH (a) und langfristige Klimapolitik (b) spielen bei Entscheidungen über FuE und Adoption eine Rolle		-----		
x	PI,E	a. Für Adoptionsaktivitäten ist EU-EH relevanter als langfristige Klimapolitik		n.r.		
x	PI, E	b. Für FuE ist langfristige Klimapolitik relevanter als EU-EH		-----	n.r.	n.r.
x	U,PI, E	c. Neben EU-EH und langfristiger Klimapolitik gibt es weitere, <i>wichtigere, Faktoren</i> für CO ₂ -sparende Aktivität		-----		
x	U	2. EU-EH (a) und langfristige Klimapolitik (b) verstärken CO ₂ -sparende Aktivität		-----		
x	E,R	a. Der EU-Emissionshandel hat auf Aktivitäten für „ <i>bedrohte</i> “ Technologien einen <i>stärkeren</i> Einfluss als für „ <i>angepasste</i> “ Technologien	Einteilung nur für Anlagen aus Stromsektor möglich			
x	U, E	b. Die Wirkung des EU-Emissionshandels (a) und der langfristigen Klimapolitik (b) ist im <i>Stromsektor stärker als</i> in den Industriesektoren				
x	U	3. Der EU-Emissionshandel führt zu Produktinnovationen	Frage nur für Industriesektoren enthalten	-----		
(x)	E	4. Der EU-EH begünstigt <i>radikale Innovationen</i> , wenn diese nicht disruptiv sind.	Test nicht möglich, da zu wenige Antworten mit radikalen Innovationen	n.m.	n.m.	n.m.
		5. Der Strompreisanstieg infolge des EU-EH				
x	U	a. führt zu Aktivitäten in Strom sparende Technologien	Nur für Anlagen in Industriesektoren	-----		
(x)	U	b. führt in Industrieunternehmen zu einer <i>stärkeren Adoption von Kraftwerken</i>	Nicht genügend Beobachtungen	n.r.	n.m	n.r.

	Theoriebasis	Hypothese	Begründung, wenn Hypothese nicht im Rahmen der Umfrage getestet wird	EH-Unternehmen	EH-Unternehmen	
				Technologieanbieter		
				FuE	Neuanlagen	Modernisierung
(x)	U,PI	6. Die Stilllegungsregelungen führen zum verlängerten Betrieb einer Bestandsanlage und damit zur Verzögerung von Ersatzinvestitionen in Neuanlagen	Nicht genügend Beobachtungen	n.r.	n.m	n.r.
(x)	U,PI	a. Falls die Übertragungsregelung in Anspruch genommen werden konnte, kam es in Phase 1 zu einem Vorziehen von Investitionen in Neuanlagen	Test nicht möglich, da zu wenige Beobachtungen; so wurden in Periode 1 insgesamt 72 Anlagen stillgelegt, davon kam für 18 Anlagen die Übertragungsregel zur Anwendung (DEHSt 2009)	n.r.	n.m	n.r.
(x)	U,PI	b. Die 14+4 Jahresregel verstärkt den Effekt des Vorziehens von Neuanlageninvestitionen in Phase 1	Zu wenige Beobachtungen in Grundgesamtheit	n.r.	n.m	n.r.
(x)		7. Updating bei Festlegung der Höhe der Gratiszuteilung beeinflusst das Adoptionsverhalten		n.r.		
(x)	U,PI	a. Wenn Adopter erwarten, dass die Zuteilung für Handelsperiode 2 auf Emission- oder Produktionsmengen in vorhergehenden Perioden basieren, dann führt dies zu schwächeren Modernisierungsaktivitäten	Nicht weiter verfolgt. Die genaue Regelung war allerdings erst nach Ablauf des Jahres 2005 bekannt, so dass auch hier kein Spielraum für strategisches Verhalten bestand	n.r.		
(x)	U,PI	b. Wenn Adopter erwarten, dass die Zuteilung für eine Handelsperiode auf Emissionsmengen in vorhergehenden Perioden basieren, dann führt dies zu einer höheren Nutzung von Gutschriften aus projekt-basierten Mechanismen	Analog zu 7a.	n.r.		
(x)	U,PI	8. Die Malus-Regel verstärkt den Anreiz Kohlekraftwerke, die unterhalb der Effizienzschwelle operieren, zu modernisieren oder zu ersetzen	Nicht weiter verfolgt, da nur wenige Fälle betroffen	n.r.		
(x)	PI	9. Die gemeinsame Existenz von langfristiger Klimapolitik und des EU-EH bewirken eine Verstärkung von klimarelevanten Aktivitäten	Test nicht möglich, da keine Frage über Sicherheit bzgl. Koexistenz von EU-EH und langfristiger Klimapolitik in Fragebogen enthalten	n.m.	n.m	n.m
x	U,PI	10. Der CDM hat nur vernachlässigbaren Einfluss auf Aktivitäten				

	Theoriebasis	Hypothese	Begründung, wenn Hypothese nicht im Rahmen der Umfrage getestet wird	EH-Unternehmen			
				EH-Unternehmen			

				EH-Unternehmen			
				Technologieanbieter			
				FuE	Neuanlagen	Modernisierung	
1.2 Stringenz							
x	U	11. Je höher die EUA-Preise , desto stärker die Wirkung des EU-Emissionshandels auf Aktivitäten		-----			
x	U,PI	a. <i>Langfristig erwartete</i> Preise sind dabei wichtiger als aktuelle Preise		-----			
x	U	b. Wirkungen sind bisher gering		-----			
x	U	12. Je stärker die Endkunden von Klimapolitik betroffen sind, desto höher die FuE Aktivitäten der Technologieanbieter		-----	n.r.	n.r.	
13. Die Zuteilungsregeln des EU-Emissionshandels							
x	U,E,PI	a. haben keinen Einfluss auf FuE		----- n.m	n.r.	n.r.	
(x)	E	▪ Dies ist für <i>Technologielieferanten</i> stärker der Fall als für EU-EH-Unternehmen	Nicht getestet; Fallstudien lassen auf Unkenntnis der Zuteilungsregeln bei Technologieanbietern schließen	n.m.	n.r.	n.r.	
(x)	U,PI,E	b. beeinflusst die <i>Technologie-/Brennstoffwahl</i> bei Neuanlagen	Zu wenige Beobachtungen pro Technologie	n.r.	n.m.	n.r.	
(x)	U,PI	c. Je größer die <i>Reduktion der Unterausstattung</i> , die sich aus dem <i>Ersatz</i> einer Altanlage mit einer Neuanlage ergibt, desto höher der Adoptionsanreiz	Nicht abgefragt, da zu wenige Beobachtungen für Ersatzinvestitionen zu erwarten waren	n.r.	n.m.	n.r.	
x	U,T,R	14. Die Wirkung des EU-Emissionshandels auf Adoption ist umso stärker, je höher die realen EUA-Kosten	n.r.				
x	U,PI	15. Eine <i>geringere Gratzuteilung</i> beschleunigt Modernisierung und Investition in Neuanlagen		n.r.			
x	U,PI	16. Durch die Gratzuteilung werden Neuinvestitionen vorgezogen		n.r.			
x	U,PI	17. Je höher die Menge der Gratzuteilung für Neuanlagen, desto größer die <i>Anlagenkapazität</i>		n.r.	n.r.		
1.3 Regulatorische Unsicherheit							
x	U,PI	18. Unsicherheit über CO₂-Preise hat hemmenden Einfluss auf Aktivitäten		----- n.m			

	Theoriebasis	Hypothese	Begründung, wenn Hypothese nicht im Rahmen der Umfrage getestet wird	EH-Unternehmen		
				EH-Unternehmen		
				Technologianbieter		
				FuE	Neuanlagen	Modernisierung
1.4 Einfluss von Firmenspezifika						
		19. Die Wirkung des EU-EH auf Aktivität ist umso größer , je		-----		
x	E,R	a. höher die <i>CO₂-Intensität</i> des Technologieportfolios eines Unternehmens ist „(bedrohte Technologien“).	Zu wenige Beobachtungen	n.m.		
x	T,E,R	b. <i>größer</i> ein Unternehmen		-----		
x	E,R	c. <i>innovativer</i> ein Unternehmen		-----		
x	E	d. näher in der <i>Value Chain</i> das Unternehmen vom EU-EH betroffen ist		-----	n.r.	n.r.
x	R	e. eher der EU-Emissionshandel / Klimapolitik als <i>strategisch wichtig</i> erachtet werden.		-----		
x	U,T,E	f. höher der <i>Anteil der CO₂-Kosten</i> an den Produkt(ions)kosten		n.r		
		20. Die Wirkung des EU-EH auf Aktivität wird verstärkt , wenn ein Unternehmen				
x	E,R	a. über eigene <i>Klimaziele</i> verfügt		-----		
x	E,R	b. über eine <i>Geschäftsführung</i> verfügt, für die Klima ein wichtiges Thema ist.		-----		
1.5 Einfluss von Kontextfaktoren						
		21. Der Einfluss der Klimapolitik auf klimarelevante Aktivität wird verstärkt , wenn				
x	PI,E	a. <i>andere Politiken</i> mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH <i>übereinstimmen</i>				
(x)	PI,E	b. <i>Marktfaktoren mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH übereinstimmen</i>	Richtung der anderen Politiken wurde nicht abgefragt	n.m	n.m.	n.m.
x	E,PI	c. die <i>öffentliche Meinung</i> über Technologien mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH übereinstimmen		-----		

	Theoriebasis	Hypothese	Begründung, wenn Hypothese nicht im Rahmen der Umfrage getestet wird	EH-Unternehmen	
				Technologeanbieter	
2 Organisatorische Änderungen					
x	E	22. Der EU-Emissionshandel führt zur Einführung von neuen und/oder Anpassung bestehender Verhaltensroutinen / Geschäftsprozesse im Sinne der expliziten Berücksichtigung von CO ₂ als Kostenfaktor.			
x	U, E	a. Die organisatorischen Änderungen sind im <i>Stromsektor stärker</i> als in den Industriesektoren			
x	U	23. Die Unternehmen machen von der Nutzung von CDM-Zertifikaten Gebrauch.			
x	T	a. Transaktionskosten hemmen die Nutzung von CERs			
2.1 Regulatorische Unsicherheit					
x	PI	24. <i>Unsicherheit über Zukunft</i> des CDM hemmt Nutzung von CERs			
2.2 Einfluss von Firmenspezifika					
		25. Die Integration von CO ₂ in die Geschäftsprozesse ist umso stärker ausgeprägt, je			
x	E,R	a. höher die <i>CO₂-Intensität</i> des Technologieportfolios des Unternehmens			
(x)	E,R	b. <i>bedrohter</i> das Technologieportfolio des Unternehmens	Zu wenige Beobachtungen		
x	T,E,R	c. <i>größer</i> das Unternehmen			
x	E	d. näher in der <i>Value Chain</i> das Unternehmen vom EU-EH betroffen ist			
		26. Die Nutzung von CDM ist umso höher, je größer			
x	U,T,E	a. die <i>Unterausstattung</i> eines Anlagenbetreibers	----- n.r.		
x	E,R	b. die <i>CO₂-Intensität</i> des Technologieportfolios des Unternehmens	----- n.r.		
2.3 Einfluss von Kontextfaktoren					
		27. Der Einfluss der Klimapolitik auf klimarelevante Aktivität wird verstärkt , wenn			

	Theoriebasis	Hypothese	Begründung, wenn Hypothese nicht im Rahmen der Umfrage getestet wird	EH-Unternehmen
				Technologieanbieter
x	PI,E	a. <i>andere Politiken</i> mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH <i>übereinstimmen</i>)		
(x)		b. <i>Marktfaktoren mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH übereinstimmen</i>	Richtung der anderen Politiken wurde nicht abgefragt	n.m
x	E,PI	c. die <i>öffentliche Meinung</i> über Technologien mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH <i>übereinstimmen</i>		

Literatur Kapitel 2

- Ahman, M.; Burtraw, D.; Kruger, J.; Zetterberg, L. (2007): A Ten-Year Rule to guide the allocation of EU emission allowances. In: Energy Policy, 35 (3), pp. 1718-1730.
- Anger, N.; Braun, M.; Duckat, R.; Santarius, T.; Schmid, S.; Schüle, R. (2005): Makroökonomische Wirkungen des Emissionshandels. Die Einführung von Emissionshandelssystemen als sozial-ökologischer Transformationsprozess, Hintergrundpapier I/05, Wuppertal: JET-SET.
- Armbruster, H.; Bikfalvi, A.; Kinkel, S.; Lay, G. (2008): Organizational innovation: The challenge of measuring non-technical innovation in large-scale surveys. In: Technovation, 28 (10), pp. 644-657.
- Baldursson, F.M.; von der Fehr, N.-H.M. (2004): Price volatility and risk exposure: on market-based environmental policy instruments. In: Journal of Environmental Economics and Management, 48 (1), pp. 682-704.
- Barney, J.B. (1991): Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. In: Journal of Management, 17 (1), pp. 99-120.
- Baumol, W.J.; Oates, W.E. (1988): The Theory of Environmental Policy, 2nd, Cambridge: Cambridge University Press.
- Beckenbach, F.; Nill, J. (2005): Ökologische Innovationen aus Sicht der evolutiven Ökonomik. In: Beckenbach, F. (ed.): Jahrbuch Ökologische Ökonomik, Band 4 – Innovationen und Nachhaltigkeit. Marburg: Metropolis, pp. 63-85.
- Becker, M. (2008): Handbook of Organizational Routines, Becker, M. (ed.): Edward Elgar.
- Becker, M.C. (2004): Organizational routines: a review of the literature. In: Industrial and Corporate Change, 13 (4), pp. 643-677.
- Berkhout, F. (2002): Technological regimes, path dependency and the environment. In: Global Environmental Change, 12 (1), pp. 1-4.

- Bernauer, T.; Daniel, S.E.; Seijas, J.; Seijas, K. (2006): Explaining Green Innovation - Ten Years after Porter's Win-Win Proposition: How to Study the Effects of Regulation on Corporate Environmental Innovation? Zürich: ETH Zürich.
- Betz, R. (2003): Emissionshandel zur Bekämpfung des Treibhauseffektes. Der Einfluss der Ausgestaltung auf die Transaktionskosten am Beispiel Deutschland, ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale, Karlsruhe: Fraunhofer IRB Verlag.
- Betz, R.; Rogge, K.; Schleich, J. (2006): EU emissions trading: an early analysis of national allocation plans for 2008–2012. In: *Climate Policy*, 6 (4), pp. 361-394.
- Bode, S. (2008): Emissionshandel – Versteigerung und Strompreis. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 58 (1/2).
- Burtraw, D.; Szambelan, S.J. (2009): U.S. Emissions Trading Markets for SO₂ and NO_x, Resources for the Future Working Paper 09-40, Oktober.
- Burtraw, D. (2000): Innovation Under the Tradable Sulfur Dioxide Emission Permits Program in the U.S. Electricity Sector.
- BVSE (2009): In der Krise zählen Verlässlichkeit und Seriosität, Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (ed.), Bonn: Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.
- Cames, M. (2004): Emissions trading and innovation in the German electricity industry - first findings of a survey - Presentation in Salzburg.
- CDU; CSU; FDP (2010): Wachstum. Bildung. Zusammenhalt. Der Koalitionsvertrag zwischen CDU,CSU und FDP, Berlin.
- Christensen, C.M.; Rosenbloom, R.S. (1995): Explaining the Attackers Advantage - Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network. In: *Research Policy*, 24 (2), pp. 233-257.
- Coase, R. (1991): The nature of the firm. In: Williamson, O.E.; Winter, S. (eds.): *The nature of the firm. Origins, evolution, and development*. New York: Oxford University Press, pp. 18-33.
- Cooper, A.C.; Schendel, D. (1976): Strategic Responses to Technological Threats. In: *Business Horizons*, 19, pp. 61-69.
- Cramton, P.; Kerr, S. (2002): Tradeable carbon permit auctions - How and why to auction not grandfather. In: *Energy Policy*, 30 (4), pp. 333-345.
- Cremer, C.; Schleich, J. (2006): Using benchmarking for the primary allocation of EU allowances in the German power sector, Potsdam: 29th IAEE International Conference 2006.
- DEHSt (2004): Emissionshandel in Deutschland: Verteilung der Emissionsberechtigungen für die erste Handelsperiode 2005-2007. Daten und Fakten zur Zuteilung der Emissionsberechtigungen an 1.849 Anlagen, Berlin: DEHSt.
- DEHSt (2009a): Emissionshandel 2008-2012: Verteilung der Zertifikate für die zweite Handelsperiode, Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle.
- DEHSt (2009b): Emissionshandel: Auswertung der ersten Handelsperiode 2005-2007, Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt).

- DEHSt (2009c): Kohlendioxidemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen im Jahr 2008, Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt).
- del Río González, P. (2005): Analysing the Factors Influencing Clean Technology Adoption: A Study of the Spanish Pulp and Paper Industry. In: *Business Strategy and the Environment*, 14 (1), pp. 20-37.
- del Río González, P. (2009): The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda. In: *Ecological Economics*, 68 (13), pp. 861-878.
- Destatis (2009): Außenhandelsdaten der Bundesländer nach Jahren, Wiesbaden.
- Destatis (2010): Jahresbericht für Betriebe im Verarbeitendem Gewerbe - Wirtschaftszweige (WZ2008 2-/3-/4-Steller) Deutschland.: Statistisches Bundesamt.
- Deutsche Emissionshandelsstelle (2010): Clean Development Mechanism. Berlin: Umweltbundesamt. Online: http://www.dehst.de/cln_153/nn_476690/DE/JI_CDM/CDM/CDM_node.html?nnn=true (accessed: 11.03.2010).
- Deutsches Patent- und Markenamt (2006): Patentatlas Deutschland. Regionaldaten der Erfindungstätigkeit, München.
- Diekmann, J.; Schleich, J. (2006): Auktionierung von Emissionsrechten - Eine Chance für mehr Gerechtigkeit und Effizienz im Emissionshandel. In: *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 30 (4), pp. 259-266.
- Dierig, C. (2008): Energiekosten bringen Papierindustrie in Bedrängnis. In: *Die Welt*.
- Diermann, R. (2009): Kampf ums Altpapier. In: *Financial Times Deutschland: Financial Times Deutschland*.
- Dillman, D.A. (2006): Mail and Internet Surveys. The Tailored Design Method. In: *kA*.
- Dosi, G. (1982): Technological Paradigms and Technological Trajectories - A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. In: *Research Policy*, 11 (3), pp. 147-162.
- Dosi, G.; Nelson, R.R.; Winter, S.G. (2002): The nature and dynamics of organizational capabilities, Dosi, G.; Nelson, R.R.; Winter, S.G. (eds.): Oxford Univ. Press, New York.
- Dosi, G. (1988): Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. In: *Journal of Economic Literature*, 26 (3), pp. 1120-1171.
- Driesen, D.M. (2003): Does emission trading encourage innovation? In: *Environmental Law Report*, 33, pp. 10094-10108.
- Edquist, C. (1997): Systems of Innovation Approaches – Their Emergence and Characteristics. In: Edquist, C. (ed.): *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London, New York: Routledge, pp. 1-35.
- EFA - Effizienz-Agentur NRW (2005): Studie zu PIUS-Potenzialen in der papier- und kartonerzeugenden Industrie, Duisburg: Effizienz-Agentur NRW.

- Ehrhart, K.-M.; Hoppe, C.; Schleich, J.; Seifert, S. (2005): The role of auctions and forward markets in the EU ETS: Counterbalancing the cost-inefficiencies of combining generous allocation with a ban on banking. In: *Climate Policy*, 5 (1), pp. 31-46.
- Eisenhardt, K.M. (1989): Building Theories from Case Study Research. In: *Acad.Manage.Rev.*, 14 (4), pp. 532-550.
- Ellerman, A.D. (2003): Lessons of Phase 2 Compliance with the US Acid Rain Program. White Paper: Center for Energy and Environmental Policy Research: MIT.
- Ellerman, A.D.; Montero, J.P. (2002): The Temporal Efficiency of SO₂ Emissions Trading: Center for Energy and Environmental Policy Research.
- EU (2003): Directive 2003/87/EC of the European Parliament and the Council of 13 October 2003 Establishing a Scheme for Greenhouse Gas Emission Allowance Trading within the Community and Amending Council Directive 96/61/EC, pp. 32-46.
- EU (2004a): Directive 2004/101/EC of the European Parliament and the Council of 27 October 2004 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms, pp. 18-23.
- EU (2004b): Directive 2004/101/EC of the European Parliament and the Council of 27 October 2004 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms, pp. 18-23.
- EU (2004c): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft im Sinne der projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls.
- EU (2005): EU action against climate change: EU emission trading - an open scheme promoting global innovation, Commission, E.U. (ed.), Brussels: European Community.
- EU (2008a): Climate action and renewable energy package, Strasbourg: European Parliament; European Council.
- EU (2008b): Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community, 0013, Brüssel.
- EU (2008c): Directive of the European Parliament and of the council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community, pp. 1-73.
- EU (2008d): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community, Brussels: Commission of the European Communities.

-
- Europäische Union (2004): Richtlinie 2004/101/EG des europäischen Parlaments und des Rates (Linking Directive): Amtsblatt der Europäischen Union.
- European Patent Office (2009): MIMOSA. European and PCT International Patent Application Bibliography, Wien.
- EUROSTAT (2009): Strompreise nach Art des Benutzers - [tsier040]; Haushalte mittlerer Größe: EU.
- EUROSTAT (2010): Combined Heat and Power (CHP) in the EU, Turkey, and Norway – 2008 data, 7/2010: EU.
- Fagerberg, J.; Verspagen, B. (2009): Innovation studies—The emerging structure of a new scientific field. In: *Research Policy*, 38 (2), pp. 218-233.
- Faure, C.; Hildebrandt, A.; Rogge, K.; Schleich, J. (2009): Reputational impact of businesses' compliance strategies under the EU emissions trading scheme. In: Antes, R.; Hansjürgens, B.; Letmathe, P. (eds.): *Emissions Trading and Business 2*. Heidelberg: Springer/Physica Publishers.
- Fell, H. (2010): EU-ETS and Nordic Electricity Prices: A CVAR Analysis. In: *Energy Journal*, 31 (2), pp. 1-26.
- Fichtner, W.; Graehl, S.; Rentz, O. (2003): The impact of private investor's transaction costs on the cost-effectiveness of project-based mechanisms. In: *Climate Policy*, 3 (3), pp. 249-259.
- Fischer, C.; Parry, I.W.H.; Pizer, W.A. (2003): Instrument choice for environmental protection when technological innovation is endogenous. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, 45 (3), pp. 523-545.
- FIZ Karlsruhe (2009): PATDPA, Karlsruhe.
- Frondel, M.; Horbach, J.; Rennings, K. (2008): What triggers environmental management and innovation? Empirical evidence for Germany. In: *Ecological Economics*, 66 (1), pp. 153-160.
- Frondel, M.; Horbach, J.; Rennings, K. (2007): End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries. In: *Business Strategy and the Environment*, 16 (8), pp. 571-584.
- Gagelmann, F.; Frondel, M. (2005): E. T. and Innovation - Science Fiction or Reality? An Assessment of the Impact of Emissions Trading on Innovation. In: *European Environment* (15), pp. 203-211.
- Gangadharan, L. (2000): Transaction costs in pollution markets: An empirical study. In: *Land Economics*, 76 (4), pp. 601-614.
- Gatignon, H.; Tushman, M.L.; Smith, W.; Anderson, P. (2002): A structural approach to assessing innovation: Construct development of innovation locus, type, and characteristics. In: *Management Science*, 48 (9), pp. 1103-1122.
- Ghosal, V.; Nair-Reichert, U. (2009): Investments in modernization, innovation and gains in productivity: Evidence from firms in the global paper industry. In: *Research Policy*, 38 (3), pp. 536-547.

- Gibbert, M.; Ruigrok, W.; Wicki, B. (2008): What Passes As A Rigorous Case Study? In: *Strateg.Manage.J.*, 29 (13), pp. 1465-1474.
- Gilfillan, S.C. (1935): *Inventing the Ship*, Chicago: Follett Publishing Co.
- Götz, B. (2007): Optimierung des Energieeinsatzes in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie. In: *ipw - Das Papier*, Nr. 12/2007, pp. 43-48.
- Graichen, P.; Requate, T. (2005): Der steinige Weg von der Theorie in die Praxis des Emissionshandels: Die EU-Richtlinie zum CO₂- Emissionshandel und ihre nationale Umsetzung. In: *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 6 (1), pp. 41-56.
- Grupp H (1998): *Messung und Erklärung des technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*, Berlin: Springer.
- Hamel, G.; Prahalad, C.K. (1989): Strategic Intent. In: *Harvard Business Review*, 67 (3), pp. 63-76.
- Hansjürgens, B. (2006): *Emissions Trading for Climate Policy - U.S. and European Perspectives*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hart, S.L. (1995): A Natural-Resource-Based View of the Firm. In: *Academy of Management Review*, 20 (4), pp. 986-1014.
- Hekkert, M.P.; Suurs, R.A.A.; Negro, S.O.; Kuhlmann, S.; Smits, R.E.H.M. (2007): Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. In: *Technological Forecasting and Social Change*, 74 (4), pp. 413-432.
- Helfat, C.E.; Peteraf, M.A. (2003): The dynamic resource-based view: Capability life-cycles. In: *Strategic Management Journal*, 24 (10), pp. 997-1010.
- Hepburn, C.; Grubb, M.; Neuhoff, K.; Matthes, F.; Tse, M. (2006): Auctioning of EU ETS phase II allowances: how and why? In: *Climate Policy*, 6 (1), pp. 137-160.
- Hoffmann, V.H.; Trautmann, T.; Hamprecht, J. (2009): Regulatory Uncertainty: A Reason to Postpone Investments? Not Necessarily. In: *Journal of Management Studies*, 46 (7), pp. 1227-1253.
- Hoffmann, V.H.; Trautmann, T.; Schneider, M. (2008): A taxonomy for regulatory uncertainty—application to the European Emission Trading Scheme. In: *Environmental Science & Policy*, 11 (8), pp. 712-722.
- IPCC (2007): *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*, Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Jaffe, A.B.; Newell, R.G.; Stavins, R.N. (2002): Environmental policy and technological change. In: *Environmental & Resource Economics*, 22 (1-2), pp. 41-69.
- Jänicke, M.; Blazejczak, J.; Edler, D.; Hemmelskamp, J. (2000): Environmental Policy and Innovation: An International Comparison of Policy Frameworks and Innovation Effects. In: Hemmelskamp, J.; Rennings, K.; Leone, F. (eds.): *Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approach and Empirical Analysis*. Heidelberg: Springer Verlag, pp. 125-152.
- Jaraite, J.; Convery, F.; Di Maria, C. (2010): Transaction costs for firms in the EU ETS: lessons from Ireland. In: *Climate Policy*, 10 (2), pp. 190-215.

-
- Kaplan, S.; Tripsas, M. (2008): Thinking about technology: Applying a cognitive lens to technical change. In: *Research Policy*, 37 (5), pp. 790-805.
- Kemp, R.; Pontoglio, S. (2008): The innovation effects of environmental policy instruments - a typical case of the blind men and the elephant. Paper for DIME WP 2.5 Workshop on Empirical Analyses of Environmental Innovations, Fraunhofer ISI, January 17-18, 2008, Karlsruhe.
- Kemp, R.; Nill, J. (2009): Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm? In: *Research Policy*, 38 (4), pp. 668-680.
- Kerr, S.; Mare, D.C. (1998): Transaction Costs and Tradable Permit Markets: The United States Lead Phasedown, Wellington: Motu Economic and Public Policy Research.
- Krey, M. (2005): Transaction costs of unilateral CDM projects in India—results from an empirical survey. In: *Energy Policy*, 33 (18), pp. 2385-2397.
- Linscheidt, B. (1999): Nachhaltiger technologischer Wandel aus Sicht der Evolutorischen Ökonomik – staatliche Steuerung zwischen Anmaßung von Wissen und drohender Entwicklungsfalle, FiFo Umweltökonomische Diskussionsbeiträge Nr. 99-1, Köln.
- Mazzanti, M.; Zoboli, R. (2006): Economic instruments and induced innovation: The European policies on end-of-life vehicles. In: *Ecological Economics*, 58 (2), pp. 318-337.
- Michaelowa, A.; Stronzik, M.; Eckermann, F.; Hunt, A. (2003): Transaction costs of the Kyoto mechanisms. In: *Climate Policy*, 3 (3), pp. 261-278.
- Milliman, S.R.; Prince, R. (1989): Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, 17 (3), pp. 247-265.
- Muntzke, H.-P. (2004): Branchen-Report Papiergewerbe – Inbetriebnahme neuer Zellstofffabrik in Ostdeutschland verringert Importbedarf spürbar, Frankfurt am Main: Dresdner Bank AG.
- Muntzke, H.-P. (2005): Branchen-Report Papiergewerbe - Starkes Wachstum der Papierexporte nach Osteuropa., Frankfurt am Main: Dresdner Bank AG.
- Nathani, C. (2003): Modellierung des Strukturwandels beim Übergang zu einer materialeffizienten Kreislaufwirtschaft, Technik, Wirtschaft und Politik- Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Heidelberg: Physica-Verlag.
- Nelson, R.R.; Nelson, K. (2002): Technology, institutions, and innovation systems. In: *Research Policy*, 31 (2), pp. 265-272.
- Nelson, R.R.; Winter, S.G. (1982a): *An Evolutionary Theory of Economic Change*: Belknap Press of Harvard University Press.
- Nelson, R.R. (1991): Why Do Firms Differ, and How Does it Matter? In: *Strategic Management Journal*, 12 (SI), pp. 61-74.

- Nelson, R.R.; Winter, S.G. (1982b): Organizational Capabilities and Behavior. In: An evolutionary theory of economic change. Cambridge, Mass., London : The Belknap Press, pp. 96-136.
- Neuhoff, K.; Martinez, K.K.; Sato, M. (2006): Allocation, incentives and distortions: The impact of EU ETS emissions allowance allocations to the electricity sector. In: Climate Policy, 6 (1), pp. 73-91.
- Newell, R.G.; Jaffe, A.B.; Stavins, R.N. (1999): The induced innovation hypothesis and energy-saving technological change. In: Quarterly Journal of Economics, 114 (3), pp. 941-975.
- Norberg-Bohm, V. (2000): Creating incentives for environmentally enhancing technological change: Lessons from 30 years of US energy technology policy. In: Technological Forecasting and Social Change, 65 (2), pp. 125-148.
- OECD (2005): Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd edition, OECD (ed.), Paris: OECD.
- OECD (2007): Environmental Policy and Corporate Behaviour, Johnstone, N. (ed.), Cheltenham, Northampton: Edward Elgar Publishing Limited, Edward Elgar Publishing, Inc.
- Oltra, V.; Saint Jean, M. (2005): Environmental innovation and clean technology: an evolutionary framework. In: International Journal of Sustainable Development, 8 (3), pp. 153-172.
- Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. In: Research Policy, 13 (6), pp. 343-373.
- Pezzey, J.C.V.; Park, A. (1998): Reflections on the Double Dividend Debate - The Importance of Interest Groups and Information Costs. In: Environmental and Resource Economics, 11 (3-4), pp. 539-555.
- Phaneuf, D.J.; Requate, T. (2002): Incentives for investment in advanced pollution abatement technology in emission permit markets with banking. In: Environmental & Resource Economics, 22 (3), pp. 369-390.
- Questel-Orbit (2009a): EPPATENT, Paris.
- Questel-Orbit (2009b): WOPATENT, Paris.
- Rehfeld, K.M.; Rennings, K.; Ziegler, A. (2007): Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis. In: Ecological Economics, 61 (1), pp. 91-100.
- Rennings, K. (2000): Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics. In: Ecological Economics, 32 (2), pp. 319-332.
- Requate, T. (2005): Dynamic incentives by environmental policy instruments - a survey. In: Ecological Economics, 54 (2-3), pp. 175-195.
- Sartorius, C.; Zundel, S. (2005): Time strategies, Innovation and Environmental Policy, Cheltenham / Northampton: Edward Elgar Publishing.

- Schleich, J.; Betz, R. (2004): EU Emissions Trading and Transaction Costs for Small and Medium Sized Companies, *Intereconomics*. In: *Review of European Economic Policy*, 39 (3), pp. 121-123.
- Schleich, J.; Ehrhart, K.M.; Hoppe, C.; Seifert, S. (2006): Banning banking in EU emissions trading? In: *Energy Policy*, 34 (1), pp. 112-120.
- Schleich, J.; Nathani, C.; Meyer, B.; Lutz, C. (2006): Endogenous technological change and CO₂-emissions - The case of energy-intensive industries in Germany. *Reihe Innovationspotenziale*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Schleich, J.; Rogge, K.; Betz, R. (2009): Incentives for energy efficiency in the EU Emissions Trading Scheme. In: *Energy Efficiency*, 2 (1), pp. 37-67.
- Schmalensee, R.; Joskow, P.; Ellerman, D.; Montero P.; Baily, E. (1998): An Interim Evaluation of Sulfur Dioxide Emissions Trading. In: *Journal of Economic Perspectives*, 12 (3), pp. 53-68.
- Schneider, D.; Vorwerk, J.; Rixen, W. (2000): Energieeinsatz bei der Papiererzeugung - Vergleich unter den Sorten. In: *ipw - Das Papier*, Nr. 10, pp. 183-184.
- Schuld, P. (2009): Brancheninfo: Papier- und Zellstoffindustrie - Finanzmarktkrise erreicht Papierindustrie Jahresbericht 2008 mit Ausblick für 2009, Hannover: Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie Energie.
- Sharma, S.; Vredenburg, H. (1998): Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities. In: *Strategic Management Journal*, 19 (8), pp. 729-753.
- Sijm, J.; Neuhoff, K.; Chen, Y. (2006): CO₂ cost pass-through and windfall profits in the power sector. In: *Climate Policy*, 6 (1), pp. 49-72.
- Soete, L.L.G. (1979): Firm Size and Inventive Activity - Evidence Reconsidered. In: *European Economic Review*, 12 (4), pp. 319-340.
- Sorrell, S.; Schleich, J.; O'Malley, E.; Scott, S. (2004): *The Economics of Energy Efficiency: Barriers to Cost-Effective Investment*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Spulber, D.F. (1985): Effluent Regulation and Long-Run Optimality. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, 12 (2), pp. 103-116.
- Statistisches Bundesamt (2009): *Das Statistische Jahrbuch 2009*, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2009): *Außenhandelsstatistik*.
- Stavins, R. (1995): Transaction costs and tradeable permits. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, 29 (2), pp. 133-148.
- Stern, N. (2006): *The Economics of Climate Change – The Stern Review*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Teece, D.J.; Pisano, G.; Shuen, A. (1997): Dynamic capabilities and strategic management. In: *Strategic Management Journal*, 18 (7), pp. 509-533.
- Thollander, P.; Ottosson, M. (2008): An energy efficient Swedish pulp and paper industry-exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments. In: *Energy Efficiency*, 1 (1), pp. 21-34.

- Tietenberg, T.H. (1985): Emissions Trading. An exercise in reforming pollution policy, Washington D.C.: Resources for the Future.
- UBA (2010): NAP-Tabelle Deutschland 2008-2012 (Stand November 2009): Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt.
- UNEP Risoe (2010): CDM Pipeline.
- UNFCCC (1997): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, New York: UN.
- UNFCCC (2009a): CDM Project Activities.
- UNFCCC (2009b): Copenhagen Accord, Decision -/CP.15.
- UNFCCC (2010): CDM Statistics.
- United Nations (2009): United Nations Commodity Trade Statistics Database (UN Comtrade).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2009): Copenhagen Accord.
- Unruh, G.C. (2000): Understanding carbon lock-in. In: Energy Policy, 28 (12), pp. 817-830.
- Unruh, G.C. (2002): Escaping carbon lock-in. In: Energy Policy, 30 (4), pp. 317-325.
- VDP (2000): Emissionshandel- Position der Deutschen Papierindustrie, Bonn: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
- VDP (2008): Monitoring-Bericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie zur Reduzierung des spezifischen Kohlendioxidausstoßes aus fossilen Energieträgern 8. Zwischenbericht der dt. Zellstoff- und Papierindustrie, Bonn: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
- Vollebergh, H. (2007): Impacts of environmental policy instruments on technological change.
- Williamson, O.E. (1985): The economic institutions of capitalism, New York: Free Press.
- World Bank (ed.) (2009): State and Trends of the Carbon Market 2009. Washington D.C.: World Bank.
- Yin, R.K. (2002): Case Study Research: Design and Methods, 3rd, Applied Social Research Methods Series, London: Sage Publications.
- Zittel, W. (2010): Worldwide estimated yearly energy Costs: Energy Watch Group.

3 Unternehmensfallstudien zur Innovationswirkung von Klimapolitik

3.1 Methodik

Zur empirischen Analyse des Einflusses der marktbasieren klimapolitischen Instrumente EU-EH und CDM auf unternehmerische Innovationsaktivitäten wurden in einem ersten Schritt Fallstudien durchgeführt, da sie die Untersuchung von aktuellen und komplexen Phänomenen ermöglichen (Eisenhardt 1989; Gibbert et al. 2008; Yin 2002).

Stichprobenauswahl

Die Auswahl der Fallstudienunternehmen diene nicht der Erstellung einer statistisch repräsentativen Stichprobe, sondern der analytischen Generalisierung bezüglich der Innovationswirkung der klimapolitischen Instrumente EU-EH und CDM. Für die analytische Generalisierbarkeit der Ergebnisse muss eine Replizierbarkeit im engeren und im theoretischen Sinne sichergestellt werden, was mit Hilfe einer theoretischen Stichprobenziehung möglich wird (Yin 2002). Nach diesem Ansatz müssen einerseits mindestens zwei vergleichbare Unternehmen in der Stichprobe enthalten sein, damit die Möglichkeit besteht, dass trotz unterschiedlicher Fälle vergleichbare Ergebnisse generiert werden (Replizierbarkeit im engeren Sinne). Es wurden daher beispielsweise mindestens zwei Technologieanbieter mit vergleichbaren Firmeneigenschaften (Größe und Technologieportfolio) in die Stichprobe aufgenommen. Andererseits ist die Auswahl von Fallstudienunternehmen mit unterschiedlichen Charakteristika nötig, um die theoretische Replizierbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen. Dies erlaubt die Identifizierung von unterschiedlichen Ergebnissen durch den erwarteten Einfluss bestimmter Determinanten. Zur Stichprobe gehören daher beispielsweise im Stromsektor Technologieanbieter mit einer spezialisierten und solche mit einer diversifizierten Produktpalette.

Insgesamt wurden 33 Unternehmen in die Untersuchung einbezogen, wovon 19 aus dem Stromsektor und jeweils sieben aus den Industriesektoren Zement und Papier stammen (siehe Tabelle 3-1).²⁵ Ursprünglich war geplant, vorzugsweise Unternehmen mit Sitz oder Produktionsstandort in Baden-Württemberg in das Projekt einzubeziehen. Aufgrund der schwierigen Akquisitionssituation und methodischer Erfordernisse wur-

²⁵ Die hohe Fallstudienzahl in der Energiewirtschaft resultiert, wie in der Vorhabenbeschreibung vom Juli 2007 dargestellt, aus einer Kombination mit Fallstudien, die im Rahmen des von der VW-Stiftung geförderten Projektes „Corporate climate strategies in response to international market-based climate policies – A system’s perspective on the roles of European technology providers and power utilities“ von Fraunhofer ISI und ETH Zürich durchgeführt wurden.

den letztendlich auch Unternehmen außerhalb Baden-Württemberg in die Befragung mit einbezogen.

Tabelle 3-1: Überblick über Unternehmensfallstudien

Wertschöpfungs- kettenposition	Andere Firmencharakteristika	Anzahl	
		Fall- studien	Experten
Stromsektor			
Energieversorgungs- unternehmen	groß	3	34
	mittel	4	
Technologielieferant	groß (mit unterschiedlichem Diversifizierungsgrad)	3	20
	chemische Prozesstechnologie (für CCS)	3	
	Biogas	2	
	Wind	2	
Projektentwickler	diversifiziert, etabliert	2	7
<i>Zwischensumme</i>		19	61
Zementindustrie			
Zementproduzent	groß – mittel	4	9
Technologielieferant	groß – mittel	3	6
<i>Zwischensumme</i>		7	15
Papierindustrie			
Papier- und Zellstoff- produzent	groß – mittel	3	4
Technologielieferant	groß – mittel – klein	4	6
<i>Zwischensumme</i>		7	10
Gesamt		33	86

Datensammlung

Die Fallstudien wurden im Zeitraum von Juni 2008 bis September 2009 durchgeführt. Daher standen die regulatorischen Details der 2. Handelsperiode des EU-Emissionshandels bereits fest und Informationen zur darauffolgenden Handelsperiode waren bereits öffentlich verfügbar, wobei einige Details für die Industriesektoren auch am Ende des Interviewzeitraums noch nicht abschließend geklärt waren (EU 2008c; 2008d). Für jedes der 33 Fallstudienunternehmen wurde im Vorfeld eine ausführliche Hintergrundinformation basierend auf Internet-, Medien- und Datenbankrecherchen systematisch zusammengestellt. Diese ermöglichten die Ausarbeitung maßgeschneiderter Interviewleitfäden und eine nachträgliche Abgleichung der Interviewaussagen zur Verbesserung der Validität.

Um möglichst alle für Innovationen relevante Unternehmensfunktionen abzudecken, wurden je nach interner Organisationsstruktur zwischen einem und sieben Interviews in den Unternehmensbereichen Technik, Strategie, Forschung und Entwicklung, Vertrieb oder Klimaschutzangelegenheiten durchgeführt. Mit der Gesamtzahl von 86 interviewten Experten (siehe Tabelle 3-1) wurden damit durchschnittlich 2,6 Experten pro Un-

ternehmen interviewt. Dabei lag die Anzahl der Expertengespräche pro Unternehmen im Stromsektor deutlich über derjenigen der Industriesektoren. Bis auf einige wenige Telefoninterviews wurden alle Befragungen persönlich und vor Ort durchgeführt.

Die Interviews wurden anhand eines Leitfadens durchgeführt. Ziel der Interviews war es zu untersuchen, wie sich der EU-Emissionshandel und der Einsatz des klimapolitischen Instrumentes CDM auf folgende Faktoren auswirken:

- Forschung und Entwicklung, inkl. Pilot- und Demonstrationsvorhaben,
- Verbreitung klimafreundlicher Technologien,
- Organisatorische Einbindung des Themas CO₂.

Des Weiteren wurden die Firmen dem Forschungsrahmen entsprechend um ihre Einschätzung bezüglich bedeutender Treiber und Hemmnisse klimafreundlicher Politik sowie nach ihren Politikempfehlungen befragt.

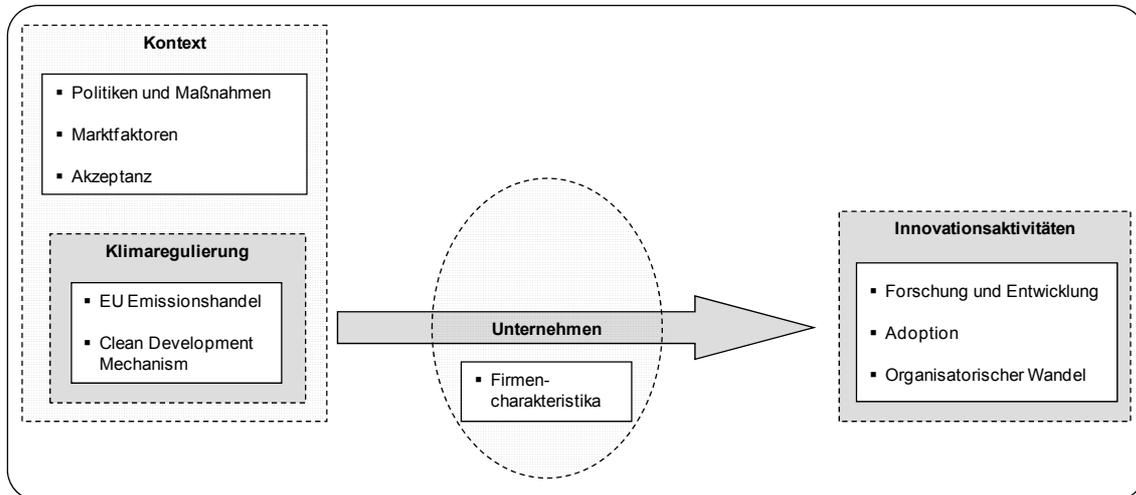
Bei den Interviews waren mindestens zwei Interviewer/-innen seitens des Projektteams anwesend. Mit den befragten Unternehmen wurde vereinbart, dass diese anonym behandelt werden und die im vorliegenden Bericht dokumentierten Aussagen keine Rückschlüsse auf einzelne Unternehmen ermöglichen. Da Innovationsaktivitäten zu den vertraulichen Bereichen der Unternehmensstrategie gehören, wurden die Inhalte der Interviews auch nicht aufgezeichnet, und stattdessen von den anwesenden Wissenschaftlern unabhängig voneinander protokolliert. Im Nachgang zu den Interviews wurden die Notizen zu einem aggregierten Interviewprotokoll zusammengeführt.

Datenanalyse

Die Analyse der empirischen Daten wurde in vier Schritten mit Hilfe der Software Atlas.ti durchgeführt. Zuerst wurde basierend auf dem anfänglichen Theoriemodell eine Liste mit klar definierten Kategorien und entsprechenden Kodierungen erstellt, und dabei auch Unterschiede zwischen Industriesektoren und Stromsektor berücksichtigt. Diese Liste wurde anschließend bei der Kodierung der ersten Interviews weiter verfeinert. Die Codes erfassen die Innovationsaktivitäten der Unternehmen, die klimapolitischen Instrumente und weitere Determinanten wie bspw. Markterfordernisse und spezifische Unternehmenscharakteristika. Im zweiten Schritt wurden alle Interviewprotokolle kodiert, wobei die Aktivitäten der einzelnen Unternehmen jeweils den zutreffenden Determinanten zugeordnet wurden. Die Kodierung wurde für die drei betrachteten Sektoren getrennt durchgeführt. Im dritten Schritt wurden die Ergebnisse dann im Hinblick auf die Innovationswirkung der marktbasierter Klimapolitik für jeden Sektor analysiert und interpretiert. Im vierten Schritt wurden Vergleiche zwischen den Ergebnissen für die einzelnen Sektoren angestellt. Um die interne Validität zu verbessern, wurden während des gesamten Analyseprozesses ein Abgleich von Innovationsmustern vorge-

nommen und auf die Berücksichtigung von alternativen Erklärungsansätzen geachtet (Yin 2002).

Abbildung 3-1: Interdisziplinärer Untersuchungsrahmen



3.2 Ergebnisse für den Stromsektor²⁶

Die Fallstudienresultate des Stromsektors haben gezeigt, dass die Innovationswirkung des EU-EH stark variiert zwischen den einzelnen Stromerzeugungstechnologien, so dass sich die Darstellung der Ergebnisse auf diese technologischen Unterschiede konzentriert. Im Stromsektor wurden im Zeitraum Juni 2008 bis Juni 2009 insgesamt 19 Unternehmen befragt, wobei Interviews mit 61 Experten geführt wurden (siehe Tabelle 3-1). Dabei wurden sowohl große als auch mittelgroße Unternehmen für die Stichprobe ausgewählt, um eine möglichst große Bandbreite und Varianz zu ermöglichen. Vertreten sind Unternehmen mit einem hohen Anteil fossiler Energieträger, aber auch solche mit erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien (Wind, Biogas) im Portfolio. Dies stellt sicher, dass die Heterogenität der Akteure und ihrer Innovationsaktivitäten als Reaktion auf den EU-EH in die empirische Analyse integriert werden kann. Zur Steigerung der Validität wurden zusätzlich zwei Unternehmen aus dem Bereich Projektentwicklung ausgewählt.

²⁶ Dieses Kapitel baut auf dem in Zusammenarbeit von Fraunhofer ISI und ETH Zürich entstandenen Artikel „The innovation impact of the EU ETS – findings of company case studies in the German power sector“ auf (Rogge, Schneider und Hoffmann 2010).

3.2.1 Auswirkungen auf Forschung und Entwicklung

Die FuE-Aktivitäten im Stromsektor werden je nach Kohlenstoffintensität der Stromerzeugungstechnologien in unterschiedlichem Umfang vom EU-Emissionshandel beeinflusst. So hat der EU-EH zu einem starken Anstieg der FuE-Aktivitäten zur Kohlenstoffabscheidung (Carbon Capture and Storage, CCS) geführt, und zwar hauptsächlich bei großen, etablierten Energieversorgern und Anlagenbauern. Da CCS zu Energieeffizienzverlusten führt und da der durch den EU-EH implementierte CO₂-Preis zur Verteuerung von kohlebasierter Stromerzeugung führt, trägt der EU-EH ebenso zu einer Beschleunigung bestehender Forschungsaktivitäten zur Steigerung der Energieeffizienz von Kohlekraftwerken bei. Im Vergleich dazu erhöht der EU-EH nur marginal die bestehenden Anreize für eine weitere Erhöhung der Energieeffizienz für Gaskraftwerke, die sich aus hohen Gaspreisen und dem starkem Wettbewerb unter den Technologielieferanten ergeben. Auf FuE-Aktivitäten für Windturbinen und andere erneuerbare Energieträger ist der direkte Einfluss des EU-EH vernachlässigbar, wobei jedoch ein indirekter, wenn auch geringer Beitrag zur Beschleunigung des technologischen Fortschritts aufgrund der größeren Adoption vor allem von Windkraftanlagen und damit verbundenen Lernkurveneffekten besteht. Im Folgenden werden diese wichtigsten Ergebnisse näher erläutert.

FuE für Technologien zur Kohlenstoffabscheidung (CCS)

Der EU-Emissionshandel hat zu einer signifikanten Intensivierung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für Kohlenstoffabscheidetechnologien – also CCS – geführt, und zwar hauptsächlich von großen alteingesessenen Unternehmen. Mit der Einführung des Emissionshandels und der Aussicht auf dessen Fortbestand sind in den letzten Jahren viele Pilotprojekte angestoßen und auch einige Demonstrationsvorhaben geplant worden. Unsere Gesprächspartner waren hier alle übereinstimmend folgender Meinung, wie von einem Vertreter eines Energieversorger ausgedrückt: *„Bei CCS ist ganz klar der Emissionshandel Treiber für die FuE.“* Die Aussicht auf die vollständige Auktionierung ab 2013 hat das Engagement der Energieversorger weiter intensiviert.

Die Erkenntnis von Stromerzeugern und – nachgelagert – von Anlagenbauern, dass CCS eine absolute „Must-Have“-Technologie zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit ist, wird zusätzlich unterstützt von einer Reihe von Kontextfaktoren, die in die gleiche Richtung wirken wie der Emissionshandel, diesem aber in ihrer Bedeutung nachstehen. Zur Intensivierung der CCS-Forschung haben beigetragen: die Aussicht auf ein ambitioniertes langfristiges Klimaregime und damit große globale Märkte; die glaubhaften Diskussionen zur Einführung von EU-Emissionsstandards für thermische Kraftwerke; und die mangelnde Akzeptanz für Kohle am Standort Deutschland, der man mit CCS zu begegnen versucht. Letzteres Dilemma illustrierte ein Anlagenbauer: *„Eine*

große Unsicherheit ist, ob CCS in Zukunft politische Akzeptanz finden wird, aber für EVU ist der Akzeptanzmangel für Kohlekraftwerke – ihr Imageproblem – ein wichtiger Grund, Geld in CCS-FuE zu stecken”. Nachgelagert spielen natürlich auch die gestiegenen öffentlichen Ausgaben für CCS-Demonstrationsprojekte, die zu einem großen Teil aus EU-EH Mitteln finanziert werden, eine entscheidende Rolle für das Vorschreiten der Planungen für entsprechende Demonstrationsprojekte.

Die Intensität, mit der sich die Unternehmen in der CCS-Forschung engagieren, hängt im Wesentlichen von ihrem Technologieportfolio, und dabei insbesondere dem Kohleanteil aber auch dem Alter der Anlagen, ab. Ein Energieversorger erklärte diesen Zusammenhang wie folgt: *„[Wir haben] bisher nicht viel gemacht [...] bei uns ist der Druck geringer wegen unseren jungen Kohlekraftwerken“*. Die Auswahl des technologischen Pfades, die von den einzelnen Firmen verfolgt wird, hängt ebenso von ihrem Technologieportfolio und damit von ihren technologischen Kernkompetenzen und ihrer Kernstrategie ab. So entscheiden sich Anlagenbauer, die im Kesselbau tätig sind, für die Oxyfuel-Route, wohingegen sich solche, die Gasturbinen verkaufen, entlang der IGCC-Route engagieren, um „ihre Gasturbinen zu pushen“, wie ein Projektentwickler erklärte. Demgegenüber ist Postcombustion für alle Energieversorger mit Kohletechnologien und für fast alle relevanten Technologieanbieter eine vielversprechende Technologieroute. Hervorzuheben ist, dass sich Energieversorgungsunternehmen bei CCS-FuE viel stärker als sonst üblich in die gemeinsamen Forschungsprojekte mit Technologielieferanten einbringen, und das nicht nur finanziell. Insbesondere von Anlagenbauern wurde betont: *„Die Kooperation zwischen EVU und Anlagenbauern ist bei CCS grundlegend anders [...] Die EVU wollen Engineering-Know-how aufbauen“*. Der Grund für die intensiven Bemühungen der alteingesessenen Unternehmen, und dabei insbesondere der Energieversorger, lässt sich gut in den Worten eines Stromerzeugers zusammenfassen: *„Braunkohle ohne CCS ist tot. [Wir machen] CCS-Forschung, weil sonst wegen der Klimaproblematik keine langfristige Nutzung von Kohle möglich ist“*.

FuE für Energieeffizienzsteigerungen bei Kohle- und Gaskraftwerken

Der EU-Emissionshandel stellt einen zusätzlichen Anreiz für FuE-Aktivitäten zur Erhöhung der Energieeffizienz von Kohle- und Gaskraftwerken dar, wobei jedoch der Einfluss bei Kohle bedeutend größer ausfällt als bei Gas. Dies liegt zum einen am Verhältnis von CO₂- und Brennstoffkosten sowie der unterschiedlichen CO₂-Intensität der Brennstoffe. Zum anderen fällt der Einfluss des EU-EH auf FuE-Vorhaben zur Steigerung der Energieeffizienz bei Kohle auch deswegen größer aus als bei Gas, weil durch die erwartete Einführung von CCS die entsprechenden Kohlekraftwerke große Effizienzverluste erfahren, die durch eine Erhöhung der Energieeffizienz aufgefangen werden sollen. Bei Kohle deuten die Fallstudien also auf eine Beschleunigung bestehender Forschungsaktivitäten hinsichtlich der 700 °C-Technologie (auch 50+ genannt) hin. Ein

Vertreter eines Energieversorgungsunternehmens erklärte: *„So ein Risiko einzugehen, um von 46 % auf 50 % zu kommen, das ist allein über die Brennstoffeinsparung nicht so ein großes Incentive – das wird verdoppelt durch die Tatsache, dass man diese CO₂-Emissionen berücksichtigt [...] der Hebel wird noch größer, wenn ich dann in Richtung CO₂-Abtrennung und -Speicherung gehe.“* Im Gegensatz dazu hob ein Technologielieferant hervor, dass der EU-EH für Gas hauptsächlich ein Einflussfaktor für Neuanlageninvestitionen, nicht jedoch für FuE sei: *„Der Emissionshandel treibt Investitionen [in Gaskraftwerke] [...], Treiber für Innovation ist aber der Gaspreis [...] nicht der ETS.“*

Neben der Bedeutung von CO₂- und Brennstoffpreisen für Energieeffizienzforschung wird diese von einer Reihe weiterer Kontextfaktoren getrieben. Bei Kohle erscheinen insbesondere die Versorgungssicherheit und Forschungsförderprogramme sowie mangelnde öffentliche Akzeptanz als weitere treibende Faktoren; bei Gas hingegen betonen Technologielieferanten den intensiven Wettbewerb als Motiv für hohe FuE-Ausgaben. So erläuterte ein Anlagenbauer: *„Der Wirkungsgrad ist ein need to have [Thema], daran wird viel gearbeitet [...], ist aber nicht wegen des Emissionshandels – man muss mindestens so viel haben wie die Wettbewerber, sonst kriegt man keinen Auftrag.“*

Bei den Unternehmen, die sich im Bereich der Effizienzforschung engagieren, handelt es sich hauptsächlich um große, etablierte Energieversorger und Technologielieferanten mit Kohle- bzw. Gastechnologien in ihrem Portfolio, wobei insbesondere bei Gas-FuE der größte Anteil der FuE-Ausgaben von Anlagenbauern geschultert wird. Energieversorger sind jedoch insbesondere für die Erprobungsphase anhand von Demonstrationsanlagen ein wichtiger Partner.

FuE für Windturbinen

Die durchgeführten Fallstudien zeigen, dass der EU-EH lediglich einen sehr limitierten und nur indirekten Effekt auf die FuE-Aktivitäten für Windturbinen hat, der aus den Lernkurveneffekten aufgrund der verstärkten Diffusion von Windturbinen resultiert. Der strompreiserhöhende Effekt des EU-EH verbessert die Wettbewerbsfähigkeit von Wind und anderen Erneuerbaren, wobei dies momentan die FuE-Aktivitäten von Technologieanbietern noch nicht zu beeinflussen scheint. In den Worten eines Windturbinen-Anlagenbauers: *„Klimapolitik spielt keine Rolle für technische Innovation, sondern die Turbinenentwicklung ist getrieben von Märkten und Einspeisevergütung.“*

Kontextfaktoren sind also für Windturbinen, aber offensichtlich auch für andere erneuerbare Stromerzeugungstechnologien, der entscheidende Treiber von FuE-Aktivitäten. Durch die in Deutschland und anderen Ländern bestehenden Fördermaßnahmen und Einspeisevergütungen, wie das EEG in Deutschland mit seiner degressiven Tarifstruktur, entstehen attraktive inländische und globale Märkte, die zudem einen beständigen Wachstumstrend aufweisen und daher kontinuierliche FuE-Anreize generieren. Zusätzlich positiv wirken sich in diesem Kontext die Aussichten auf eine stringente langfristige

Klimapolitik aus, die einen hohen Anteil an Erneuerbaren am Stromerzeugungsmix mit sich bringen.

3.2.2 Auswirkung auf den Bau von Neuanlagen und Modernisierungen

Die Fallstudien zeigen, dass die marktbasieren klimapolitischen Instrumente im Stromsektor den Bau von Neuanlagen und Modernisierungsaktivitäten am stärksten für die CO₂-intensiven Braun- und Steinkohlekraftwerke (EU-EH) bzw. für Biogasanlagen (CDM) beeinflusst haben. So hat der EU-EH durch die bis Ende 2012 gültige Gratiszuteilung für neue Kraftwerke zu einem temporären Anstieg an geplanten Kohlekraftwerken geführt hat. Der Rückgang der entsprechenden Kraftwerksneubauplanungen hat aber offensichtlich weniger mit der angekündigten vollständigen Auktionierung im Stromsektor ab 2013 zu tun hat als mit den gestiegenen Anlagenpreisen und Problemen mit der öffentlichen Akzeptanz für Kohlekraftwerke. Der Einfluss des EU-EH auf die Adoption von Gaskraftwerken fällt hingegen geringer aus als üblicherweise erwartet. Dies liegt an den vergleichsweise hohen Gaspreisen und relativ niedrigen CO₂-Preisen, verbunden mit Problemen bei der Sicherung von langfristigen Lieferverträgen zu attraktiven Konditionen. Während sich damit der Einfluss des EU-EH auf einzelne Investitionsentscheidungen für Neuanlagen in Grenzen hält, lässt sich bei den Energieversorgern insgesamt ein Trend hin zu Diversifizierung des Portfolios und insbesondere zu einem Umbau des Portfolios hin zu Erneuerbaren erkennen, zu dem der EU-EH und langfristige Klimapolitik indirekt beitragen. Entsprechende Investitionen in erneuerbare Stromerzeugungstechnologien würden allerdings ohne das EEG nicht durchgeführt werden. Der CDM stellt zwar im Prinzip einen Beitrag zur Erhöhung der Rentabilität von Investitionsvorhaben in Stromerzeugungsanlagen in Schwellen- und Entwicklungsländern dar, allerdings konnte in den Fallstudien lediglich bei Biogasanlagen ein entscheidender Einfluss auf den Verkauf von Neuanlagen beobachtet werden. Hinsichtlich der Modernisierung von bestehenden Stromerzeugungsanlagen stellt der EU-EH schließlich aufgrund der Erhöhung der Rentabilität von Lebenszeitverlängerungen und von Energieeffizienzsteigerungen einen weiteren Treiber zusätzlich zu den Brennstoffkosten dar. Im Folgenden werden die beobachteten Veränderungen näher erläutert.

Adoption neuer Kohle- und Gaskraftwerke

Der Einfluss des EU-Emissionshandels auf Adoptionsentscheidungen und damit Verkaufszahlen für neue Kohle- und Gaskraftwerke unterlag seit Einführung des EU-EH bis zum Ende des Interviewzeitraums im Juni 2009 starken Veränderungen. Anfänglich hat der EU-EH aufgrund der kostenlosen EUA-Zuteilung für Neuanlagen, die de facto als Subvention für den Neubau von Kraftwerken wirkt, zu einer hohen wirtschaftlichen

Attraktivität von Neubauvorhaben, insbesondere von Kohlekraftwerken, geführt. In den Worten eines Energieversorgers: „2005 hat sich jedes Kraftwerk gerechnet dank der *Gratiszuteilung*“. Verstärkt wurde dieser Einfluss noch durch die Regel, dass Neuanlagen, die bis 2010 in Betrieb gegangen wären, für 14 Jahre eine ungekürzte Gratiszuteilung erhalten sollten, wobei diese Regel jedoch von der EU-Kommission untersagt wurde. Für die Brennstoffwahl war der EU-EH trotz brennstoffspezifischer Zuteilungsregeln hingegen nicht ausschlaggebend, wie ein Energieversorger erläuterte: „*Der Emissionshandel ist relevant aber nicht wesentlich für die Brennstoffentscheidung Kohle oder Gas.*“ Hier waren andere Kontextfaktoren entscheidender. Die beabsichtigte vollständige Versteigerung der EUA für Stromerzeugungsanlagen ab 2013 beendet diese aus ökonomischer Sicht ineffizienten Subventionen für Neuanlagen (z. B. Ellermann 2008), führt zu einem erhöhten Anreiz, in neue Gaskraftwerke zu investieren und erhöht für geplante Kohlekraftwerke die standortspezifischen Anstrengungen zur Verringerung der spezifischen CO₂-Emissionen durch eine Erhöhung der Energieeffizienz. Ein Energieversorger, der einen Kohlekraftwerksneubau plant, erklärte dazu: „*Die Einführung der hundertprozentigen Auktionsierung übt [...] einen Druck auf Kohleprojekte aus, aber wegen der Auktionsierung werden jetzt keine Projekte komplett in Frage gestellt.*“

Dennoch kam es zu einem Stopp diverser Kohleneubauvorhaben, welcher hauptsächlich durch Kontextfaktoren begründet werden kann. Zum einen sind die Anlagenpreise signifikant gestiegen, was dazu geführt hat, dass einige Projekte nicht mehr rentabel erschienen. Zum anderen hat sich die öffentliche Meinung gegenüber Kohle in Deutschland in den letzten Jahren rapide verschlechtert, so dass es für Energieversorger äußerst schwer ist, den Neubau von Kohlekraftwerken gegenüber der Öffentlichkeit zu kommunizieren. Allerdings ziehen die meisten befragten Energieversorger nach wie vor den Neubau von Kohlekraftwerken solchen auf Gasbasis vor, was zu einem großen Teil in der relativ größeren Versorgungssicherheit für Kohle und dem Brennstoffpreisverhältnis von Kohle zu Gas begründet liegt. Dieser Zusammenhang wurde von einem Energieversorger wie folgt illustriert: „*Wir haben uns aus zwei Gründen für Kohle entschieden: erstens war es [...] wirtschaftlicher [als Gas], und zweitens ist ohne langfristigen Vertrag die politische Abhängigkeit bei Gas von einem Staat zu hoch.*“

Das Technologieportfolio ist ein wichtiger Bestimmungsfaktor dafür, warum Unternehmen in neue Kohle- bzw. Gaskraftwerke investieren. Dabei fällt besonders auf, dass eine Investition in neue Kohlekraftwerke aus Wirtschaftlichkeits- und Diversifizierungs- bzw. in einem Fall auch aus Spezialisierungsgründen von allen Energieversorgern als attraktiv angesehen wurde. Dieses große Interesse am Neubau von Kohlekraftwerken galt selbst für Energieversorger mit einer anspruchsvollen Nachhaltigkeitsvision, die z. B. die Beteiligung an einer Scheibe für ein Steinkohlekraftwerk ernsthaft in Erwägung zogen. Investitionen in Braunkohlekraftwerke waren dabei natürlich nur für Ener-

gieversorger mit eigenen Braunkohlevorkommen interessant. Demgegenüber erschien die Investition in ein neues Gaskraftwerk als wesentlich weniger attraktiv. Die Barrieren für eine Investition in neue Gaskraftwerke scheinen am ehesten von solchen Energieversorgern überwunden zu werden, die vorwiegend dezentrale Stromerzeugungstechnologien in ihrem Portfolio sowie eine ambitionierte Nachhaltigkeitsvision haben.

Adoption erneuerbarer Stromerzeugungstechnologien, insbesondere Windkraft

Während der EU-EH anfänglich einen bedeutenden Einfluss auf die Investitionsentscheidungen von einzelnen Projekten für den Bau von fossil gefeuerten Neuanlagen hatte, der in der Subventionswirkung der Gratiszuteilung für Neuanlagen begründet lag, lässt sich als anhaltender Effekt festhalten, dass der EU-EH vor allem einen Einfluss auf das Zielportfolio von Energieversorgungsunternehmen hat. Zum einen achten die Energieversorger verstärkt auf eine Diversifizierung ihres Portfolios; zum anderen streben fast alle befragten Energieversorger eine signifikante Erhöhung des Anteils von erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien an ihrem Erzeugungsportfolio an. In den Worten eines Energieversorgers: *„Jetzt wird noch viel mehr auf den Portfolio-Effekt geschaut. [...] Sowohl die langfristige Klimapolitik als auch der Emissionshandel haben dazu einen Beitrag geleistet [...], aber ohne den Emissionshandel und den Preis für CO₂ würde ein Unternehmen das nicht machen.“* Dabei stellen die EU 2020 Ziele (u. a. 20 % Erneuerbare bis 2020) einen wichtigen Benchmark für die unternehmensinternen Zielvorstellungen dar.

Der Umbau des Portfolios in Richtung Erneuerbare würde allerdings ohne die in Deutschland gewährte Einspeisevergütung für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern nicht vonstatten gehen. Denn schlussendlich ist es das EEG, das die gegenwärtigen Investitionen in Erneuerbare wirtschaftlich macht und das Risiko signifikant reduziert. Eng damit verbunden sind die enormen Wachstumsaussichten für die Erneuerbaren, deren Bedeutung für den eingeleiteten Portfolioumbau ein Energieversorger wie folgt erläuterte: *„Der eine Markt [renewables] wächst politisch getrieben auf Kosten des anderen [fossilen] Marktes. Da spricht einiges dafür, sich in dem Wachstumsmarkt zu engagieren“.*

Bei derartigen weitreichenden strategischen Entscheidungen, wie einer Änderung des eigenen Erzeugungsportfolios hin zu 20 % Erneuerbaren bis 2020, spielt das Top Management der Unternehmen eine Schlüsselrolle. So wies ein Energieversorger darauf hin, dass die Investitionen in Wind *„eher getrieben [sind] von strategischen Überlegungen, aber bei[m früheren CEO] wäre Wind nicht gegangen“.* Die Auswahl der Technologien und Investitionsorte für erneuerbare Stromerzeugungsanlagen wird von dem Grad der regionalen Verankerung bzw. der Internationalität und Größe der Energieversorger beeinflusst. So setzen kleinere Energieversorger eher auf solche erneuerbaren Energieträger, die regional verfügbar sind, um dabei auch ihr regionales Netzwerk an

Kontakten, bspw. für die Biogassammlung, nutzen zu können. Große Energieversorgungsunternehmen scheinen sich zum einen auf Offshore-Wind, andererseits auf ausländische Windparks und andere ausländische Investitionsmöglichkeiten in Erneuerbare mit größtmöglicher Rentabilität zu konzentrieren.

Hinsichtlich der projektbezogenen Kyoto-Mechanismen zeigen die Fallstudien, dass der CDM lediglich im Bereich der Biogasanlagen aufgrund des Global Warming-Potenzials von Methan und damit des größeren finanziellen Hebels zu einem signifikanten Einfluss auf die Adoption dieser Technologien in Schwellen- und Entwicklungsländern geführt hat. Bei allen anderen Technologien zur Reduktion der CO₂-Emissionen verbessert der CDM aufgrund der Einnahmen aus CDM-Zertifikaten die Rentabilität der Projekte, aber andere, bedeutendere Kontextfaktoren (z. B. Windressourcen, Vergütung für Erneuerbare vor Ort) bestimmen darüber, ob die Projekte überhaupt in Erwägung gezogen werden.

Adoption von Modernisierungen, insbesondere an Kohlekraftwerken

Der EU-Emissionshandel hat bei den meisten befragten Energieversorgungsunternehmen zu verstärkten Modernisierungsaktivitäten, und zwar insbesondere an älteren Kohlekraftwerken, aber auch an Gaskraftwerken, geführt, was auch von den entsprechenden Technologielieferanten bestätigt wurde. Dies liegt daran, dass der EU-EH durch die Einführung des neuen Kostenfaktors CO₂ aber tlw. auch durch spezifische Allokationsregeln die Wirtschaftlichkeit einer Nachrüstung von Anlagen („Retrofit“) erhöht hat. So sagte ein Energieversorger: *„Der ETS hat einen starken Trigger gesetzt, die Themen zu überprüfen [...] [die Retrofit-Maßnahmen] sind durch den ETS wirtschaftlich geworden“*. Die durchgeführten Retrofitmaßnahmen führen aber nicht immer zu einer Erhöhung der Energieeffizienz und damit Minderung der CO₂-Emissionen, sondern teilweise auch nur zu einer Laufzeitverlängerung der Anlagen. Laufzeitverlängernde Nachrüstungen sind indirekt durch den EU-EH attraktiver geworden, und zwar aufgrund des Beitrages des EU-EH zum Strompreisanstieg.

Der Strompreis und die Brennstoffkosten bleiben weiterhin die entscheidenden Faktoren für Modernisierungsentscheidungen von fossil gefeuerten Kraftwerken. Weitere Gründe für die verstärkten Retrofitaktivitäten sind der Mangel an öffentlicher Akzeptanz für den Bau von neuen Kohlekraftwerken und die Unsicherheiten bezüglich der politischen und technischen Machbarkeit von CCS.

3.2.3 Auswirkung auf die Organisationsstrukturen und -prozesse der Unternehmen

Der EU-Emissionshandel hat zu einer zügigen Anpassung von unternehmerischen Prozessen und Routinen bei allen Energieversorgern, und in einem geringeren Umfang

auch bei diversifizierten Technologieanbietern, geführt. Außerdem haben sich Firmenvisionen aufgrund der Interpretation des EU-EH und des EEG als Operationalisierung von langfristigen Zielen geändert. Diese Veränderung führte dann zu Anpassungen in den organisatorischen Strukturen bezüglich der erneuerbaren Energieträger, wobei der EU-EH aber nur noch eine kleine Rolle spielte. Bei all diesen beobachteten organisatorischen Veränderungen, die im Folgenden näher vorgestellt werden, sind die Unterschiede zwischen Energieversorgern und Technologielieferanten für diese Innovationsdimension am stärksten ausgeprägt.

Integration der klimapolitischen Instrumente in unternehmerische Prozesse

Der EU-EH wurde in relativ kurzer Zeit in die wichtigsten unternehmerischen Routinen und Geschäftsprozesse von Energieversorgern integriert. Dabei wurde der neue Kostenfaktor CO₂ zunächst im operationalen Bereich, wie bspw. beim Handel, und später dann auch zunehmend in strategischen Bereichen, wie bspw. bei Portfolio-Entscheidungen oder der FuE-Strategie, berücksichtigt. Diese graduell zunehmende Integration des neuen Kostenfaktors CO₂ in Geschäftsprozesse wurde von einem Energieversorger wie folgt erläutert: *„Operativ [wurde der EU ETS] natürlich sofort [integriert], aber bezüglich der Erzeugungsstrategie hat das schon eine gewisse Zeit gedauert, um [...] die Tragweite, die Wirkungsweise, [...] von CO₂-Zertifikatpreisen für eine Investitionsentscheidung [...] einschätzen zu können.“* Dabei haben alle befragten Energieversorger den EU-EH in die relevanten Geschäftsprozesse und Routinen integriert, so z. B. in Investitionsrechnungen oder sogar in das Vorschlagswesen. Dies wird illustriert durch folgende Aussage eines Energieversorgers: *„CO₂ ist nun ein Bestandteil in allen Investitionsrechnungen. Das alleine wirkt schon entsprechend.“*

Demgegenüber hat der EU-EH bei Technologielieferanten nicht zu derartig weitreichenden, über das ganze Unternehmen dezentral verbreiteten Änderungen von Geschäftsprozessen und Routinen geführt, sondern die Veränderungen dort konzentrieren sich auf den Vertrieb und sind vor allem bei diversifizierten Technologielieferanten mit fossilen Stromerzeugungstechnologien im Portfolio anzutreffen. Einer von diesen diversifizierten Technologielieferanten erläuterte: *„Es gab anfangs eine Stabsstelle, die [...] untersucht hat, was CDM und EU ETS für [uns] als Lieferanten bedeuten, also wo diese Mechanismen unsere Kunden betreffen.“*

Insgesamt hat sich durch diese prozeduralen Veränderungen in den Unternehmen eine neue CO₂-Kultur etabliert, und dadurch die Aufmerksamkeit für die strategische Bedeutung des Klimawandels im Allgemeinen und von Klimapolitik im Besonderen bedeutend erhöht. Dies wird besonders deutlich durch die Tatsache, dass der EU-EH dazu geführt hat, dass das Klimathema bei allen befragten Unternehmen auf der Vorstandsebene bzw. Geschäftsführungsebene angekommen ist.

Veränderung von Visionen

Die Energieversorgungsunternehmen sahen sich durch den EU-Emissionshandel und die Klimapolitik insgesamt zunehmend mit der Frage konfrontiert, wie sie sich in dem veränderten Geschäftsumfeld aufstellen sollen. Als Resultat von langfristigen Zielen für Klimaschutz und Erneuerbare Energien und deren Operationalisierung durch den EU-EH und das EEG haben fast alle befragten Energieversorger ihre Visionen über ihr zukünftiges Erzeugungsportfolio angepasst. Dabei orientieren sich die Energieversorger an den von der EU für 2020 gesteckten 20-20-20-Zielen. So streben sie einen Ausbau des Anteils der erneuerbaren Energieträger auf 20 % ihres Erzeugungsportfolios bis 2020 an. Dies wurde von einem Energieversorger wie folgt erläutert: *„Die Möglichkeiten [für Erneuerbare], die sich durch so ein verändertes Umfeld ergeben, die haben wir ja bisher nicht genügend genutzt [...] [Wir haben] im Einklang mit EU-Zielen dann auch Unternehmensziele darauf abgestimmt“*.

Auch bei einigen Technologielieferanten hat die marktbasierende Klimapolitik zu einer Veränderung bisheriger Unternehmensvisionen geführt, wobei bei diesen Akteuren das Technologieportfolio ein noch ausschlaggebenderer Faktor für die beobachteten Veränderungen ist. So hat der EU-EH für Technologielieferanten aus der chemischen Industrie zu einer neuen Kundengruppe – den Energieversorgern – und ambitionierten Umsatzvisionen für CCS-Technologien geführt. Dies wurde von einem der CCS-spezialisierten Technologieanbieter wie folgt erläutert: *„Vor zwei Jahren war CCS im jährlichen Strategiepapier namentlich noch gar nicht erwähnt, im letzten Jahr noch sehr schwach, aber erwähnt. Für dieses Jahr ist der Anteil im Strategiepapier deutlich erhöht worden. [...] Wenn es politisch weiter forciert wird, dann wird es noch mal einen Quantensprung geben. [...] In wenigen Jahren kann CCS durchaus 50 % des Umsatzes ausmachen.“* Für Biogasspezialisten hat der CDM zu veränderten Visionen bezüglich der belieferten Märkte geführt, denn diese Technologieanbieter sind nunmehr in Schwellen- und Entwicklungsländern aktiv. Dabei fungierte der CDM gewissermaßen als Türöffner in diese neuen geografischen Märkte, wie ein Technologieanbieter erläuterte: *„Wir wollen in den Märkten in Südostasien und Lateinamerika präsent sein [...] ohne CDM [wären wir] nie darauf gekommen, die eigenen Produkte in Entwicklungsländern anzubieten“*. Die diversifizierten Technologielieferanten wiederum setzen verstärkt auf den Wachstumsmarkt Erneuerbare.

Integration der klimapolitischen Instrumente in unternehmerische Strukturen

Durch die klimapolitikbedingten Veränderungen bei den Unternehmensvisionen passen die Unternehmen des Stromsektors auch ihre Unternehmensstrukturen an. Dies betrifft insbesondere den Aufbau neuer Tochtergesellschaften oder Divisionen für den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung. Ein spezialisierter Technologieanbieter beschrieb die Entwicklungen wie folgt: *„Alle Utilities [...] haben entkoppelte Töchter für Erneuerba-*

re gegründet – mit schönen Marketing-Namen. [...] Bei diesen Töchtern herrscht ein anderes Arbeitsklima, es arbeiten dort andere Leute und die Workforce ist viel jünger; dies ist nötig, da für Erneuerbare Energien ein anderes Know-how gefragt ist, als bei den EVU vorhanden war.“ Auch bei den großen diversifizierten Technologielieferanten spiegelt sich die gehobene Bedeutung der Erneuerbaren in der veränderten Unternehmensstruktur wider: „Nach der Umstrukturierung stehen die Erneuerbaren jetzt auf einer Ebene wie Öl/Gas etc. – das gab’s früher nicht, die standen irgendwo hinter Kraftwerken – das Thema Klima hat in der Organisation Wiederhall gefunden“.

Ein weiterer struktureller Wandel betrifft den Aufbau von CDM/JI-Geschäftseinheiten bei allen befragten großen und einem mittelgroßen Energieversorgungsunternehmen. Dabei haben die Energieversorger unterschiedliche Geschwindigkeiten und Intensitäten im Aufbau dieses neuen Tätigkeitsbereiches verfolgt. So sagte ein Energieversorger: *„Nach der strategischen Studie vor 1,5 Jahren [...] [gab es den] Auftrag vom Vorstand bei CDM selbst einzusteigen. [...] Die Motivation ist das Generieren von credits für ETS-Anlagen [...] Das 22 % Limit soll voll ausgeschöpft werden, der Spread lohnt noch [...] wenn Thema Klima weiter wichtig bleibt, dann [erfolgt ein] Ausbau.“*

3.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse für den Stromsektor

Die empirischen Ergebnisse der Fallstudien im Stromsektor suggerieren, dass der EU-EH in einem beschränkten Rahmen einen Einfluss auf die Rate und Richtung des technologischen Wandels von Stromerzeugungstechnologien hat. Der Einfluss variiert jedoch stark je nach Technologie, Firmencharakteristika und Innovationsdimensionen. Hauptsächlich beschränkt sich der Einfluss allerdings auf das etablierte technologische Regime für kohlebasierte Stromerzeugungstechnologien, zu dem Technologien zur Kohlenstoffabscheidung als neue technologische Trajektorie hinzukommen. Der Einfluss auf Erneuerbare und andere radikale kohlenstofffreie Technologien ist hingegen marginal. Auf der organisatorischen Ebene hat der EU-EH zu einem Mainstreaming des neuen Kostenfaktors CO₂ in relevante Geschäftsprozesse aller Stromerzeuger – und weniger stark ausgeprägt auch der Anlagenbauer, insb. der großen diversifizierten – geführt. Außerdem ist es der EU-EH, der durch die fühlbaren monetären Effekte zu einer erhöhten Aufmerksamkeit des Top Managements bezüglich der strategischen Bedeutung von CO₂ geführt hat. Insgesamt ist der Einfluss des EU-EH bisher aber limitiert, was hauptsächlich auf einen Mangel an Stringenz (CO₂-Preise und Zuteilungsregeln) und regulatorischer Sicherheit, sowie auf die relativ größere Bedeutung von Kontextfaktoren, wie bspw. Brennstoffpreisen, zurückzuführen ist. Der CDM hat hingegen lediglich bezüglich der Adoption von Biogasanlagen in Schwellen- und Entwicklungsländern und bei den Unternehmensstrukturen der Energieversorger zu bedeutenden Innovationswirkungen geführt. Die folgende Tabelle 3-2 gibt abschließend eine zusammenfassende Übersicht über die Ergebnisse der Befragungen unter Energiever-

sorgungsunternehmen und den Technologielieferanten von Stromerzeugungstechnologien.

Tabelle 3-2: Überblick über die Auswirkungen der Klimapolitik auf den Stromsektor in Deutschland

Situation vor Einführung der klimapolitischen Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Kohle (49,8 %) und Atomkraft (26,6 %) stellen die etablierten und dominanten technologischen Regime im deutschen Stromerzeugungsmix dar, ergänzt um Gas (11,3 %), bei denen es zu inkrementellem technologischen Fortschritt kommt.²⁷ • Unter den erneuerbaren Energieträgern ist Wasserkraft das einzige etablierte technologische Regime, gefolgt vom neuen und schnell wachsenden Regime Wind, und ergänzt um weitere neue Stromerzeugungstechnologien, die meist noch einen gewissen Nischenstatus innehaben.
Kontextfaktoren im Befragungszeitraum	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kontextfaktoren variieren stark je nach betrachtetem technologischem Regime. Die wichtigsten werden hier aufgezählt. • Starke Unterstützung für Erneuerbare über Einspeisevergütung (EEG). • Kohlekraftwerke stark in öffentlicher Akzeptanz gesunken, zudem gestiegene Anlagenpreise, dafür aber relativ niedrige und stabile Brennstoffpreise. • Schwierigkeit, langfristige Gasbezugsverträge zu moderaten Preisen zu erhalten. • Der vereinbarte Atomausstieg hat trotz neuer Regierung prinzipiell Bestand, so dass mit keinen Neubauten zu rechnen ist. • Relativ großer Neubaubedarf, v.a. wegen Kraftwerksersatz.
EU-Emissionshandel	<ul style="list-style-type: none"> • Nach Brennstoffen differenzierte kostenlose Zuteilung für Feuerungsanlagen mit einer Leistung über 20 MWh in erster und zweiter Handelsperiode (2005-2012); ab 2013 100 % Versteigerung. • In zweiter Handelsperiode größere Unterausstattung für Stromsektor vs. Industriesektoren, u. a. wegen ca. 8 % Auktionsanteil, sowie Gleichbehandlung von Bestands- und Neuanlagen bezüglich Benchmarkhöhe.
Auswirkungen auf die Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Der EU-EH ist der wesentliche Grund für die Integration von CO₂ in firmeninterne Abläufe, vor allem bei Energieversorgern aber auch bei großen diversifizierten Anlagenbauern, und die Gründung neuer Geschäftseinheiten für CDM/JI bei Energieversorgern. • Mit der Einführung des EU-EH ist das Thema Klimawandel auf die Agenda der Führungskräfte gerückt. • Allerdings lassen sich die beobachteten Veränderungen bei den Firmenvisionen insb. von Energieversorgungsunternehmen bezüglich der Erneuerbaren (20 % bis 2020) hauptsächlich auf langfristige Klimaziele zurückführen, deren Glaubwürdigkeit jedoch durch die Operationalisierung durch den EU-EH stark zugenommen hat. Ohne die Einspeisevergütung für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hätten die beobachteten neuen Visionen aber noch nicht zu strukturellen Veränderungen geführt.

²⁷ Anteil an der Stromerzeugung in 2005 (IEA 2007, Tabelle 18).

Auswirkungen auf Forschung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Forschung, Entwicklung und Demonstrationsvorhaben werden durch den EU-EH am stärksten in den Bereichen Kohletechnologien und CCS gefördert. In diesen Projekten kooperieren meist große und etablierte Unternehmen mit Partnern aus der chemischen Industrie. • Mit Ausnahme der für die meisten Unternehmen radikalen, kompetenzverstärkenden Innovation CCS nur Begünstigung von inkrementellen Innovationen (z. B. Energieeffizienzverbesserung bei Kohlekraftwerken (700 °C bzw. 50+)). • Einfluss von Klimapolitik auf erneuerbare Stromerzeugungstechnologien nur indirekt und beschränkt, wobei verbindliches 2020-Ziel der EU und langfristige Klimaziele die größte Rolle für FuE spielen. • Der CDM hat insgesamt kaum einen Einfluss auf FuE im Stromsektor. • Auswahl der Forschungsaktivitäten hängt im Wesentlichen von der Unternehmensstrategie, den vorhandenen Kernkompetenzen und der erwarteten Marktrelevanz ab.
Auswirkungen auf Neuanlagen und Modernisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Auf Investitions- und Vertriebsaktivitäten der Unternehmen hat der EU-EH bisher noch keinen entscheidenden Einfluss, da andere externe Faktoren wie Brennstoffpreise, die öffentliche Akzeptanz bestimmter Technologien oder auch die Förderung erneuerbarer Energien üblicherweise eine größere Rolle spielen. • Eine Ausnahme bildete hier allerdings der anfängliche Anstieg geplanter neuer Kohlekraftwerke aufgrund der großzügigen EUA-Gratiszuteilung, ein Trend, der noch durch die – später von der EU-Kommission untersagte – 14-Jahres-Regel verstärkt wurde. Das spätere Absagen diverser Kohlekraftwerksneubauten ist jedoch weniger auf die Einführung der vollständigen Auktionierung ab 2013 und die damit stark gesunkene Wirtschaftlichkeit der Anlagen zurückzuführen, als vielmehr auf die stark gestiegenen Anlagenpreise und große Akzeptanzprobleme für Kohle in der deutschen Bevölkerung. • Im Hinblick auf die Vollauktionierung begünstigt der EU-EH nunmehr Entscheidungen zugunsten von Investitionen in CO₂-ärmere Stromerzeugungstechnologien. Allerdings ist der heutige CO₂-Preis bspw. zu niedrig, um Energieversorgungsunternehmen zur Investition in neue Gas- anstatt Kohlekraftwerke zu bewegen oder um zu Investitionen in Erneuerbare zu führen. • Allerdings begünstigen der EU-EH und langfristige Klimapolitik indirekt einen Portfoliumbau hin zu Erneuerbaren, insbesondere bei Energieversorgungsunternehmen, wobei die Anlageninvestitionen aber ohne die Existenz der Einspeisevergütung (EEG) nicht zustande kommen würden. • Hinsichtlich der Modernisierung von bestehenden Kohlekraftwerken verbesserte der EU-EH die Wirtschaftlichkeit von energieeffizienzsteigernden und/oder laufzeitverlängernden Maßnahmen.
Auswirkung auf die Branche	<ul style="list-style-type: none"> • Im Stromsektor zeichnet sich ein Trend hin zu erneuerbaren Energien ab, der aber vom EU-EH nur indirekt flankiert wird. Gleichzeitig ist der Neubau von Kohlekraftwerken nach wie vor eine bevorzugte Option, wobei die Unsicherheit über die zukünftige Stringenz der Klimapolitik und den technologischen Fortschritt von CCS das etablierte Kohleregime und damit auch das dominante Sektorregime langsam zu erschüttern beginnt. • Da der deutsche Markt für Stromerzeugungstechnologien nur einen Teil des Weltmarkts – wenn auch einen entscheidenden aus der Sicht von FuE in High Tech – darstellt, tendieren Anlagenbauer weniger von der Klimapolitik, insbesondere des EU-EH, betroffen zu sein als Energieversorger. Vielmehr stellt Klimapolitik für die meisten Anlagenbauer eine Chance dar, energieeffiziente und kohlenstoffarme Anlagen zu verkaufen.

Einschätzungen zu Klimapolitik	<ul style="list-style-type: none"> • Nach anfänglichen großen Windfall-Profits und der De-facto-Subvention von kohlenstoffintensiven Neuanlagen durch die kostenlose EUA-Zuteilung generiert der Emissionshandel mit der beschlossenen Einführung der Vollauktionierung ab 2013 klare Anreize zur Investition in kohlenstoffarme Technologien. • EU-EH und langfristige Klimapolitik haben gemeinsam einen größeren Einfluss auf Innovationsaktivitäten als jede dieser Maßnahmen für sich allein gesehen. • Die Stringenz des EU-EH ist in den meisten Fällen noch nicht ausreichend hoch, um Kontextfaktoren, bestehende Marktversagen und Barrieren zu überwinden. • Der CDM hat für die betrachteten Technologien nur bei der Verbreitung von Bio- und Deponiegasanlagen in Schwellen- und Entwicklungsländern eine wichtige Rolle gespielt, und damit auch den Markteintritt von deutschen Anlagenbauspezialisten in diese neuen geografischen Märkte initiiert.
---------------------------------------	---

3.3 Ergebnisse für die Zementindustrie

Für die Detailstudien in der deutschen Zementbranche wurden im Rahmen des Forschungsprojektes insgesamt je vier Zementproduzenten und Technologieanbieter für die Zementproduktion untersucht.²⁸ Von den zehn Interviews wurden vier telefonisch geführt, die anderen sechs persönlich. Insgesamt wurden zwischen Oktober 2008 und Juli 2009 fünfzehn Personen befragt. Die Dauer der Interviews betrug jeweils etwa zwei bis zweieinhalb Stunden. Bei den kleinen und mittleren Unternehmen kamen die Ansprechpartner aus der Geschäftsleitung, bei den großen Unternehmen aus dem Bereich „Forschung und Entwicklung“ und zusätzlich bei manchen Zementproduzenten noch aus dem Bereich „Umwelt bzw. Klima/CO₂“.

Um den Anforderungen durch den Emissionshandel zu begegnen, versuchen die Zementproduzenten, ihre CO₂-Emissionen zu mindern. Die große Herausforderung für die Zementbranche besteht in folgender Situation: Zwei Drittel des CO₂ werden prozessbedingt beim Klinkerbrennprozess emittiert, wobei dieser Prozess laut Branchenaussage kaum noch ein CO₂-Minderungspotenzial aufweist. *„Prozessbedingt haben wir aufgegeben“*, formulierte es ein Zementproduzent.

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, um dennoch die CO₂-Emissionen reduzieren zu können: 1. Reduktion des Klinkeranteils, 2. Ersatz von fossilen Brennstoffen durch Alternativbrennstoffe, 3. Erhöhung der Energie- und Materialeffizienz. Auf diese drei Alternativen wird im Folgenden näher eingegangen:

²⁸ Ein Unternehmen hat die Verwertung der Aussagen nachträglich nur für die interne Nutzung freigegeben, diese werden daher im vorliegenden Bericht nicht mit herangezogen.

1. **Reduktion des Klinkeranteils:** Durch die Erhöhung des Anteils an Zuschlagstoffen kann der Klinkeranteil pro Tonne Zement reduziert werden. Umgekehrt bedeutet das, dass im Vergleich zum Standardverfahren mit der gleichen Klinkermenge eine dementsprechend größere Menge an Zement erzeugt werden kann.

Zuschlagstoffe wurden – historisch betrachtet – dem Zement zu einem gewissen Anteil aus verschiedenen Gründen schon sehr früh zugesetzt. Hüttensand beispielsweise wird seit über 150 Jahren verwendet. Es handelt sich um ein Abfallprodukt der Eisenherstellung. In Deutschland werden heutzutage mehr als drei Millionen Tonnen Hüttensand in der Zementherstellung verwendet. Kompositzement kann beispielsweise bis zu 60 % aus Hüttensand, zu 35 % aus Klinker und zu 5 % aus übrigen Bestandteilen zusammengesetzt sein. Sinnvoll ist die Verwendung von Hüttensand nur, wo keine langen Transportwege anfallen, also bei Zementwerkstandorten in einem bestimmten Umkreis von Standorten der Roheisenerzeugung. Der Emissionshandel liefert für die Erhöhung des Anteils an Zuschlagstoffen auch bei längeren Transportwegen einen deutlichen monetären Anreiz. *„Hüttensand beispielsweise wäre ohne Emissionshandel monetär eigentlich nicht rentabel“*, erklärte ein Interviewpartner.

Ein anderer Zuschlagstoff ist Flugasche, die in Kohlekraftwerken anfällt. Auch diese Option ist nur in einem gewissen Umkreis von Kohlekraftwerken sinnvoll. Bei zu hohen Transportkosten wird die Zuschlagung unrentabel. In Deutschland werden heutzutage etwa sechs Millionen Tonnen Flugasche in der Zementproduktion verwendet. Flugasche kann dem Zement allerdings nur bis zu 20 % zugesetzt werden, andernfalls werden u. a. die Abbindeigenschaften des Zements ungünstig verändert.

Auch andere eingesetzte Zuschlagstoffe verändern die Eigenschaften des Zements. Um diesen Veränderungen zu begegnen, wird intensiv an der Weiterentwicklung von Kompositzementen gearbeitet. Die Anforderungen an die Zementeigenschaften kommen dabei zumeist aus der Baupraxis. Die Zementkunden weisen in der Regel gegenüber neuartigen Produkten eine konservative und eher ablehnende Haltung auf. Als Grund dafür können die lange Lebensdauer der Bauwerke und die damit verbundenen Gewährleistungsverpflichtungen angesehen werden. Man vertraut daher eher auf bewährten Zement, als neue Zementarten auszuprobieren. Auch die hohen Qualitätsanforderungen an die Bauwerke spielen eine Rolle. Daher sind oftmals wirtschaftliche Anreize notwendig, um neuartige Zementprodukte vermarkten zu können.

2. **Alternativbrennstoffe:** Statt schweres Heizöl, Petrolkoks, Gas oder Kohle können Alternativbrennstoffe zum Einsatz kommen. Bei Alternativbrennstoffen handelt es sich z. B. um Altreifen, Hausmüll oder biogene Brennstoffe (Klärschlamm etc.). Dabei sind hauptsächlich die gestiegenen Energiekosten Treiber für den Einsatz von Alternativbrennstoffen. Eine günstigere CO₂-Bilanz im Hinblick auf den EU-EH spielt ebenfalls eine Rolle, wenn auch in geringerem Ausmaß.

Für die Technologielieferanten von Zementanlagen bzw. Komponenten für Zementanlagen stellt der Einsatz alternativer Brennstoffe das größte CO₂-Minderungspotenzial dar. *„Beim Emissionsrechtehandel wirkt sich der Einsatz biogener Brennstoffe (z. B. Klärschlamm) positiv auf die CO₂-Bilanz aus. Die Nachfrage der Kunden in Deutschland und Europa danach ist gestiegen“*, so ein Gesprächspartner, *„das ist direkt auf den Emissionshandel zurückzuführen.“* Durch den Einsatz unterschiedlicher Sekundärbrennstoffe habe sich das Technologieportfolio der Zementanlagenbauer erweitert: *„Entscheidend dabei ist, die Qualität des Zements zu halten“*; erklärte ein Technologielieferant weiter. *„Für uns als Anlagenbauer ist es interessant, an Sekundärbrennstoffen und Klinkerzusammensetzung etwas zu verändern“*, erläuterte ein anderer Gesprächspartner.

3. **Erhöhung der Energieeffizienz:** Die Reduktion der indirekten Emissionen kann durch eine Verringerung des Stromverbrauchs erreicht werden, beispielsweise über effizientere Brenner, Mühlen, Aggregate etc. sowie über eine betrieboptimierte Steuerungstechnik oder ein optimiertes Lastmanagement. Die Unternehmen achten jedoch nach eigenen Aussagen schon seit vielen Jahren allein aufgrund der hohen Energiekosten auf den Einsatz energieeffizienter Technologie. Der EU-EH hat aber gerade bei Technologielieferanten diesen Fokus verstärkt.

Fast alle befragten Zementproduzenten hatten schon erwogen, **Eigenstromerzeugung** zu betreiben, dies aber aufgrund der Komplexität der Technologie und dem damit verbundenen Änderungsbedarf in der Wertschöpfungskette verworfen. Dahinter steht auch der Wunsch, sich auf das Kerngeschäft zu konzentrieren.

3.3.1 Auswirkung auf Forschung und Entwicklung

Im Bereich Forschung und Entwicklung (FuE) von Zementproduzenten fand aufgrund des EU-Emissionshandels und der dadurch erforderlich gewordenen CO₂-Minderung eine Verschiebung der Forschungsthemen in Richtung CO₂-Minderung statt. So werden aufgrund des EU-EH Forschungsprojekte durchgeführt, in denen allein die CO₂-Minderung das Ziel ist (z. B. klinkerfreier Zement oder CO₂-Speicherung). Allerdings betreibt die Zementindustrie nach Aussage der Interviewpartner eine intensive Forschung in allen energierelevanten Bereichen. *„CO₂-Minderung ist dann aber in der Regel nur ein Nebenziel“*, erklärte ein Interviewpartner.

Ähnlich sieht es bei den Technologielieferanten aus, die versuchen, die Reduktion von CO₂-Emissionen v. a. über eine höhere Energieeffizienz und damit über inkrementelle Innovationen zu erreichen. Treiber dafür sind seit jeher die Energiekosten; der EU-EH und die klimapolitischen Instrumente CDM/JI haben den Fokus darauf allerdings deutlich verstärkt. Von den interviewten Technologielieferanten wurden radikale Innovatio-

nen derzeit kaum gesehen, außer CCS und eventuell „grünem Zement“²⁹. Die Zementindustrie sei sehr konservativ, hieß es. Es werde immer nur am Bestehenden optimiert (z. B. Anlagenverkleinerung, Wärmetauscher (liegend), Mahlverfahren). Innovationen in der Zementindustrie seien schwieriger einzubringen als in anderen Industriesektoren, vor allem aufgrund der Anforderungen an die Langlebigkeit des Betons in vielen Anwendungsbereichen.

Aufgrund der konjunkturellen Situation in den letzten Jahren war das FuE-Budget der Zementproduzenten reduziert worden. In jüngerer Vergangenheit wurde das Forschungsbudget wieder aufgestockt, was auch der Forschung zur CO₂-Reduktion zugute kommt. Bei den Technologielieferanten ist der Trend hingegen gegensätzlich: Dass die Forschungsbudgets in den letzten Jahren wieder erhöht wurden, habe nicht unbedingt etwas mit dem Emissionshandel bzw. den CO₂-Emissionen der Anlagen zu tun. Es spiegele eher die Auftragslage wider. Bei guter Auftragslage müssten zunächst einmal die Aufträge abgearbeitet werden. Für eigene Forschungsaktivitäten stünden kaum Kapazitäten zur Verfügung. Bei rückläufiger Auftragslage dagegen könne mehr Eigenforschung betrieben werden.

Produktinnovationen der Zementproduzenten

Laut Aussagen der Zementproduzenten konzentriert sich die Grundlagenforschung traditionellerweise auf verbesserte und auf Kundenwünsche hin optimierte Eigenschaften des Zements. Aufgrund des höheren Anteils an Zuhaltstoffen durch die CO₂-Minderungserfordernisse des Emissionshandels wird nun auch intensivere Forschung an den Kompositzementen betrieben. Denn je nach Höhe und Art des Anteils der Zuhaltstoffe kann dies Auswirkungen auf die Eigenschaften des Zements haben. Die Forschung erfolgt insofern im Spannungsfeld zwischen dem Bestreben, keine entscheidenden Qualitätsminderungen beim Zement in Kauf nehmen zu müssen, und gleichzeitig den CO₂-Ausstoß bei der Zementproduktion zu verringern.

Grundlagenforschung wird dabei in enger Zusammenarbeit mit Universitäten und Forschungseinrichtungen der Zementindustrie betrieben. Die auf Kundenwünsche angepasste Weiterentwicklung der Produkte hingegen erfolgt meist in den Unternehmen selbst. Treiber sind hier in erster Linie die Kundenbedürfnisse und erst an zweiter Stelle die Möglichkeit der Klinkerreduktion bei der Zementproduktion aufgrund der geforderten CO₂-Emissionsreduktion.

Ziel der Produktforschung sind zum Beispiel Hochleistungs- und Spezialzemente oder Zemente, die auf neuen (u. U. CO₂-ärmeren) Ausgangsstoffen basieren. Dabei handelt

²⁹ Eine Art von grünem Zement wird als Celitement® derzeit von einem Konsortium unter Leitung des KIT entwickelt. Er soll bis zu 50 % Energie und bis zu 50 % CO₂ durch Substitution des Ausgangsstoffes und durch niedrigere Brenntemperaturen einsparen (KIT 2009).

es sich generell um inkrementelle Innovationen. Ein „break-through“ zeichnet sich nach übereinstimmenden Aussagen der interviewten Zementproduzenten nicht ab: *„Es gibt keine revolutionären Sprünge, radikale Innovationen sind sehr schwierig“*, resümiert ein Interviewpartner. Dies wäre beispielsweise ein Material, das Klinkereigenschaften besitzt, aber ohne CO₂-Emissionen hergestellt werden könnte. An klinkerfreien Zementen wird schon viele Jahre gearbeitet, wobei dieser Forschungsansatz seit drei bis vier Jahren wieder stärker in den Fokus gerückt ist, *„wofür CO₂ sicherlich ein deutlicher Motivator ist“*, wie ein Zementproduzent analysierte.

Auch an einem besseren Verständnis des eigentlichen Herstellungsprozesses wird geforscht. Heute stehen moderne Analyseverfahren und –methoden zur Verfügung, die es ermöglichen, den Herstellungsprozess von Klinker bzw. Zement sowie die dabei ablaufenden strukturellen Veränderungen bzw. Interaktionen der eingesetzten Mineralien besser zu verstehen und empirische Erfahrungen wissenschaftlich zu belegen. Ziel dieser Forschungsbestrebungen ist es, *„neue Wege der Zementherstellung zu beschreiten“*, so ein Interviewpartner aus dem Forschungsbereich. Der Emissionshandel ist hier nur ein untergeordneter Treiber, wird aber als möglicher Nebeneffekt immer mit betrachtet.

Prozessinnovationen:

Energie- und Materialeffizienz, geschlossene Kreisläufe, CCS

Durch Forschung an den Produktionsprozessen versuchen die Zementproduzenten, langfristig geringere Emissionen zu erreichen und einen höheren Wirkungsgrad der Anlagen zu erzielen. Der Treiber hierfür ist wiederum nicht vorrangig die internationale Klimapolitik, sondern die hohen Energiekosten. Aufgrund der Preissteigerungen bei Primärenergien (Kohle, Gas, Mineralöl) der letzten Jahre werden die Energiekosten zunehmend zu einem bedeutenden Faktor für die Produktionskosten. Auch die Verwendung von Sekundärbrennstoffen ist in diesem Zusammenhang zu sehen, da diese in der Regel billiger als die fossilen Energieträger sind. Betätigungsfelder der Forschung von Zementproduzenten im Bereich der Produktionsprozesse sind beispielsweise die Nutzung hydraulischer Produkte, energieeffiziente Brennertechnologie, der Einsatz verschiedenartiger Mühlentypen, Fuzzy Logic sowie Filtertechnik. Auch wird von den Zementproduzenten die Nutzung der Abwärme geprüft. Manche Unternehmen haben sie als zu komplex verworfen, andere betreiben Pilotprojekte in diesem Bereich. Auch hier sind in erster Linie die Energiekosten die Treiber, nicht die Emissionsreduktionen – die CO₂-Minderung ist ein Zusatzeffekt.

Beim Thema Energieeffizienz waren sich die Technologieanbieter meist einig: *„Was das Energieeffizienzthema angeht, ist der Bereich der thermischen Prozesse ziemlich ausgereizt.“* Ebenso wenig Potenzial wird bei der Stromeinsparung gesehen: *„Elektrisch ist [...] auch nicht mehr viel drin. Die Kurve des Energieeinsparungspotenzials*

wird immer flacher.“ Ein anderer Technologielieferant bestätigte diese Aussagen. Am Wirkungsgrad der Brenner könne nicht mehr viel verbessert werden. Insgesamt liege das Verbesserungspotential von Zementwerken auf der thermischen Seite bei unter 5 %. Das elektrische Optimierungspotential liege nur geringfügig höher. Am ehesten wird noch in der Mahltechnik Potenzial gesehen. Da der größte Teil des CO₂-Ausstoßes der Zementherstellung auf dem Rohmaterial basiert, stellt die Entsäuerung des Kalksteins einen wesentlichen Faktor bezüglich der CO₂-Reduzierung dar. Hierin liegt ein weiterer Ansatzpunkt für die Forschung, um für die dritte Periode des Emissionshandels gerüstet zu sein.

Um die Energieeffizienz zu optimieren und die CO₂-Emissionen zu reduzieren, forschen die Technologieanbieter auch an der energetischen Gesamtoptimierung des Systems der Zementherstellung. Treiber sind auch hier in erster Linie die Energiepreise, inzwischen durch Umweltschutz und Emissionshandel verstärkt. Als Beispiel für geschlossene Kreisläufe ist die Verknüpfung von thermischer und elektrischer Energiegewinnung zu erwähnen. Im chinesischen Markt ist diese Verknüpfung „State of the art“. In Europa fängt man jetzt erst an, die thermische und elektrische Energiegewinnung miteinander zu verknüpfen. Zu erwähnen sind hier Pilotprojekte zur Wärmerückgewinnung, ORC (Organic Rankine Cycle)/GuD-Kraftwerke, Dampfkraftwerke, Wärmeauskopplung etc. Im niederen Temperaturbereich wird das ORC-Verfahren benutzt. Das ORC-Verfahren ist nach Aussage der Technologielieferanten bei Zementwerken noch nicht stark verbreitet, was am Energiepreis liege. In Biogasanlagen werde diese Technologie vielfach eingesetzt, wodurch ORC inzwischen ausgereifter ist. Diese Technologie wird sich nach Einschätzung der Interviewpartner in den nächsten zehn Jahren auch in der Zementbranche weiter verbreiten. Einzelne Technologieanbieter versuchen, möglichst alle Abwärmequellen zu nutzen und – sofern sinnvoll – zur Stromerzeugung heranzuziehen. Sie halten die Prozesse der Stromgewinnung aus den Zementherstellungsprozessen für bereits stark an die Grenze getrieben. Allerdings kann es unter Umständen auch sinnvoll sein, mehr Abwärme zu erzeugen als eigentlich notwendig, um daraus Strom zu produzieren. In Indien kann dies beispielsweise der Fall sein, wenn der unsicheren Stromversorgung begegnet werden soll. Bei anderen Prozessen im Verlauf der Zementherstellung werden von den Technologielieferanten noch Energieeinsparmöglichkeiten gesehen. Die Zerkleinerung von Gestein und Klinker benötigt den größten elektrischen Energieeinsatz. Hier seien allerdings nur ganz kleine Schritte möglich. Theoretisch gäbe es die Möglichkeit, Anlagenparks zu konzipieren, die die verschiedenen Technologien kombinieren, beispielsweise eine Anlage zur Stromerzeugung sowie zur Müllverwertung, wobei Zement als Abfallprodukt anfällt. *„Der Betrieb eines Stahlwerkes, eines Zementwerkes und eines Kraftwerkes an einem Standort wäre die optimale Lösung“*, so die Meinung eines Technologielieferanten. Allerdings sei die Konkurrenz mit Stromerzeugern in Europa derzeit zu groß.

Eine radikale Innovation zur Reduktion von CO₂-Emissionen stellt theoretisch die CCS-Technologie (CO₂-Abscheidung und -Speicherung) dar. Alle befragten Zementproduzenten beteiligen sich finanziell an entsprechenden Forschungs- und Pilotvorhaben (z. B. über die European Cement Research Academy (ECRA)). Auch für fast alle Technologielieferanten war CCS ein Thema. Man sieht CCS allerdings noch in ferner Zukunft liegen, aber „*man möchte den Zug nicht verpassen*“. Alle Interviewpartner äußerten sich allerdings skeptisch. So bezweifelten Zementproduzenten die Wirtschaftlichkeit der Technologie und den sicheren Betrieb der Speicher. Auch grundsätzliche Skepsis wurde von einem Technologielieferanten formuliert: „*Wenn man es [das CO₂] in die Erde bringt, wenn man es speichert, verschiebt sich das Problem nur.*“ Hinzu kommt die technologische Komplexität. „*Durch CCS benötigt ein Zementwerk noch ein Kraftwerk und ein Chemiewerk*“, erklärte ein Technologielieferant. Dadurch werden die Kosten für ein Zementwerk zukünftig drastisch ansteigen. Für bestimmte Energieversorger und Anlagenbauer, die im Bereich Abgasreinigung tätig sind, würde es einen Vorteil darstellen. Für die Anlagenbauer der Zementbranche zunächst jedoch nicht, weil dies nicht ihre Kernkompetenz darstelle.

Im Forschungs- und Entwicklungsbereich kooperieren die Technologieanbieter meist mit mehreren Universitäten, mit den großen Forschungseinrichtungen, zum Teil und in unterschiedlichem Ausmaß auch mit dem Verband Deutscher Zementwerke (VDZ) oder mit der European Cement Research Academy (ECRA). In Bezug auf Mitbewerber sind die Technologieanbieter generell eher gelassen. „*Die Entwicklung verläuft immer relativ gleichförmig. Wenn wir mal vorne sind, sind wir sicher, dass unser Wettbewerber in zwei Jahren nachgezogen hat.*“ Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben, wie eben beispielsweise den klimapolitischen Instrumenten oder der Bundesimmissionsschutzverordnung, müssten die Technologieanbieter nun auch mehr Forschungsaktivitäten in diese Richtung unternehmen. Die treibende Kraft für Innovationen liegt allerdings stets im Geld begründet, nach dem Motto: „*Welcher Lösungsansatz ist der billigste?*“ Es geht dabei vor allem um die Einsparung von Energiekosten, wobei CO₂ üblicherweise nicht als Kostenfaktor in der Kategorie Betriebskosten gesehen wird. Durch die Aufnahme von Energiethemen in Forschung und Entwicklung können auch Vorteile gegenüber den anderen Technologieanbietern erarbeitet werden.

3.3.2 Auswirkung auf den Bau von Neuanlagen und Modernisierungen

Der EU-Emissionshandel wird von Zementproduzenten als nicht zielführend im Hinblick auf das originäre Ziel, Treibhausgasemissionen einzusparen, eingestuft. Der Hauptgrund für diese Einschätzung ist darin zu sehen, dass mehr als 50 % aller CO₂-Emissionen im Zementsektor weltweit zurzeit in China ausgestoßen werden (Angaben VDZ 2009). Der Anteil der Zementindustrie am gesamten CO₂-Ausstoß in Deutschland

beträgt nur 2,5 %. In den Augen der Zementproduzenten wäre die Sinnhaftigkeit des Instrumentes nur dann gegeben, wenn der Emissionshandel nicht nur in Europa von rechtlicher Bedeutung wäre, sondern eine globale Stellung einnehmen würde.

Aus der Perspektive der Technologielieferanten sind die Preise für Brennstoffe und Strom entscheidende Faktoren für die Verbreitung umweltfreundlicher Technologien, weniger die Preise für CO₂-Zertifikate, da diese derzeit noch sehr niedrig liegen. Eine sehr große Rolle spielten allerdings die Energie- und Klimaregulierungen. Auch Patente und Innovationsnetzwerke stellen nach Meinung der Technologielieferanten wichtige Faktoren dar. Bei höheren CO₂-Zertifikatspreisen würde der Einfluss des Emissionshandels zunehmen. Für praktische Projekte hat die Klimapolitik laut Aussage eines Technologielieferanten bisher aber noch keinen Stellenwert. Für die Kunden sei CO₂ noch kein Thema. *„Die Kunden interessieren sich höchstens für NO_x, SO_x, wenn überhaupt“*, erklärte ein Gesprächsteilnehmer.

Für Neuanlagen und Modernisierungen liegen die Märkte der Technologieanbieter größtenteils in Osteuropa bzw. außerhalb Europas. Als Grund nannte ein Gesprächspartner: *„Unsere Kunden sind nicht wegen des Emissionshandels in Ländern außerhalb der Europäischen Union, sondern weil dort die Wachstumsmärkte für die Zementproduktion liegen. Der Zementbedarf wächst mit dem Bevölkerungswachstum“*, führte er weiter aus. Das Bevölkerungswachstum drücke sich immer auch in einer Steigerung des Zementabsatzes und damit dem Ausbau der Infrastruktur aus. An zweiter Stelle des höchsten Zementverbrauches folgt der Gebäudebau.

Energieeffizienz und CO₂-Reduktion sind bei Investitionsentscheidungen der Zementhersteller dabei aus der Perspektive der Technologielieferanten meist nebensächlich. Dass eine energieeffizientere Anlage eventuell höhere Investitionen erfordert, letztendlich dieses Geld aber durch die niedrigeren Betriebskosten wieder relativ schnell eingespielt wird, kann dem Kunden nur schwer vermittelt werden. *„Die Kunden schauen allgemein zuallererst auf die Investitionskosten, dann erst auf die Betriebskosten“*, erläuterte ein Gesprächspartner.

Neuanlagen

In Deutschland wurden in den letzten Jahren kaum noch neue Zementanlagen gebaut. Daher kann auch der Einfluss des Emissionshandels auf den Bau von Neuanlagen nicht untersucht werden. Als Ursache für diese Situation geben die Zementproduzenten an, dass der Grundbedarf an Zement in Deutschland gedeckt sei. Die Nachfrage nach Zement in Deutschland schrumpfe eher. Aufgrund dieser wirtschaftlich schwierigen Situation wird es in Deutschland nach Meinung der befragten Vertreter der Zementindustrie voraussichtlich auch in Zukunft keine neuen Zementwerke geben. In Neuanlagen wird in Deutschland aus Sicht der Technologieanbieter nicht nur wegen des zu geringen Bedarfs nicht investiert. *„Es ist hierzulande ein irrsinniger Aufwand, die*

Genehmigung für eine neue Linie zu kriegen. Auf der anderen Seite gibt es in einigen Ländern Überkapazitäten. Warum soll man die nicht nutzen? Das kann man den Leuten nicht verdenken, dass hier nicht mehr investiert wird“, verdeutlichte ein Gesprächspartner.

Diese Marktsättigung betrifft aber nicht nur Deutschland; Europa insgesamt ist ein relativ gesättigter Absatzmarkt für Zementanlagen. Die größeren Märkte liegen in Osteuropa, in den neuen EU-Beitrittsstaaten. Diese bieten noch Potentiale, die allerdings nach Einschätzung eines Gesprächspartners auch bald ausgeschöpft sein werden. Denn der Nachholbedarf kann relativ kurzfristig behoben werden. Da in Europa noch immer eine schrittweise Verschärfung der Emissionsauflagen stattfindet, werden viele Werke an strategischen Standorten gebaut, um auf etwaige politische Veränderungen reagieren zu können (z. B. wurden Standorte in Flussnähe gewählt, um u. a. gegebenenfalls den kostengünstigen Transport von gebranntem Klinker mittels Frachtschiff zu ermöglichen. In diesem Fall würden keine CO₂-Emissionen für die Klinkerherstellung an den Werkstandorten in Deutschland anfallen.).

Die größten Märkte lägen vor allem außerhalb Europas, d. h. der weltweite Bedarf an Zementanlagen ist weiter vorhanden, vor allem in den Schwellenländern (Errichtung von Infrastruktur). Allerdings ist es wegen der Finanzkrise schwerer, die Finanzierung von Anlagen zu organisieren als in der Periode von 2006-2008, in der die Nachfrage sehr groß war. Bereits jetzt ist festzustellen, dass die Zementproduzenten nicht mehr in Europa, sondern im „CO₂-freien Raum“, d. h. in Regionen, in denen keine oder nur schwache klimapolitische Regelungen existieren, investiert: in Russland, in der Ukraine oder in Nordafrika. Deutschland sei zwar Technologieführer und habe hohe Umweltstandards, könne diesen Vorteil aber nicht ausbauen. Denn als Reaktion auf die Ungewissheit über die Zuteilung von Emissionsrechten in der nächsten Handelsperiode weichen die Zementproduzenten eher nach Libyen oder Ägypten aus, als Investitionen in Deutschland vorzunehmen. Die nordafrikanische Mittelmeerküste wird dabei aufgrund der geographischen Nähe als ein gutes Sprungbrett nach Europa betrachtet.

Die Technologieanbieter wiesen darauf hin, dass die Anlagen bezüglich der technischen Kenndaten bzw. des Standortes weltweit entsprechend den Wünschen der Kunden gebaut werden. Energieeffizienz spielt dabei eine gewisse Rolle. *„In diesem Bereich entstehen immer Kosten“*, erläuterte ein Anlagenbauer in Bezug auf den Energieeinsatz bei der Zementherstellung. Energieeffiziente Anlagen werden weltweit nachgefragt. Viele Zementwerksbetreiber in anderen Staaten, zum Beispiel in Indien, haben bisher Energie nicht wegen reduzierten Energiekosten oder CO₂-Emissionen eingespart, sondern weil einfach nicht genügend Energie in diesen Ländern zur Verfügung stand. Im Vergleich zur Verbesserung des Wirkungsgrades einer Anlage sind die Verfügbarkeit und Sicherheit der Anlage für die Kunden jedoch viel entscheidender. *„Die Verfügbarkeit von Anlagen ist sehr weit oben auf der Wunschliste der Kunden ange-*

siedelt“, erklärte ein Technologielieferant. Im Bereich der Energiekosten, die für die Kunden den größten Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen Investitionen in Anlagen des entsprechenden Technologieanbieters haben, spielt der Energiepreis eine entscheidende Rolle.

Die Fähigkeit, klimafreundliche Technologie anbieten zu können, wird von den Technologielieferanten als eine Möglichkeit gesehen, sich von Wettbewerbern abzusetzen und kann als Marketinginstrument bzw. Verkaufsargument herangezogen werden. Auch im Bereich Forschung und Entwicklung stellen wettbewerbliche Vorteile Treiber für Innovationen dar. Dazu kommt, dass man durch Energieeinsparmöglichkeiten, die man den Kunden bietet, eine größere Chance hat, am Markt zu bestehen: *„Wir müssen uns mit neuen Technologien vom Wettbewerber abheben und dahin kommen, dass wir besser, effizienter werden. Wir gehen auch mit neuen Ideen an die Lieferanten, das sind Partnerschaften mit Vorteilen für beide Seiten“*, erklärte ein Gesprächspartner.

Modernisierungen

Der Markt für Modernisierungen in Deutschland ist größer als für Neuanlagen. Technologielieferanten erläuterten, dass es hier insbesondere um Mühlenumbau oder Ofenmodernisierungen geht. Dabei wird generell auf „Best Available Technology“ geachtet, um als Technologieanbieter konkurrenzfähig zu sein. *„Wenn Erneuerungen durchgeführt werden, achten wir schon darauf, dass wir das Neueste nehmen“*, erklärte ein Interviewpartner. Allerdings hängt der Stand der verwendeten Technologie bezüglich Energie- und Materialeffizienz zum größten Teil von den Wünschen und Anforderungen der jeweiligen Kunden ab. Deshalb bieten die Technologieanbieter ihren Kunden unterschiedlich effiziente Technologien mit dementsprechend verschiedenen Betriebskosten und zu dementsprechend unterschiedlichen Preisen an. Manchmal spielen auch CO₂-Zertifikate eine Rolle: z. B. würde, technisch gesehen, ein vierstufiger Wärmetauscher für die Erwärmung des Rohmaterials ausreichen. Der Bau eines fünfstufigen Wärmetauschers (300 °C) kann sich jedoch positiv auf die Ausstattung mit CO₂-Zertifikaten auswirken, so dass der fünfstufige Tauscher ohne technische Notwendigkeit gebaut wird.

Insgesamt spielt aber bei Modernisierungsprojekten der Emissionshandel laut Aussagen der Zementproduzenten allenfalls eine sehr untergeordnete Rolle. Primäre Faktoren sind aus Sicht der Zementproduzenten Kapazitätserweiterung, Kostenreduktion oder umweltbedingte Umrüstungen wie z. B. bei Filtertechnologien. *„Investitionen werden wegen Energieeffizienz gemacht“*, bestätigte ein Interviewpartner. Der Emissionshandel habe zwar Einfluss auf den Rückfluss der Mittel, aber *„es ist noch kein Projekt durch CO₂-Einsparung zustande gekommen“*, erläuterte ein Zementproduzent. Zudem verhindere die Unsicherheit über die Ausgestaltung der dritten Handelsperiode Investitionen in Deutschland.

3.3.3 Auswirkung auf die Organisationsprozesse und -strukturen der Unternehmen

Der Emissionshandel wurde von allen Zementproduzenten organisatorisch in Strukturen und Prozesse integriert, die organisatorischen Veränderungen bei Technologieanbietern hingegen waren sehr beschränkt. Zementproduzenten wiesen darauf hin, dass die Integration des Emissionshandels in die Strukturen und Prozesse der Unternehmen allerdings einen erheblichen organisatorischen und finanziellen Aufwand darstellte. Der bürokratische Aufwand und die Kosten – auch Transaktionskosten genannt – wurden von den Zementproduzenten als unverhältnismäßig hoch eingestuft.

Integration der klimapolitischen Instrumente in unternehmerische Prozesse

Der Implementierungsprozess des EU-EH bei den Zementproduzenten wurde sehr intensiv vom Verband der Deutschen Zementindustrie (VDZ) begleitet. Die Unternehmen nutzten in vielfacher Hinsicht die Unterstützungsangebote und Informationsveranstaltungen des VDZ. Zum Teil wurde auch externes Fachwissen eingekauft, dies allerdings in geringerem Maße. Jeweils aktuelle Informationen über die Entwicklungen in der internationalen Klimapolitik zur Verfügung zu stellen ist u. a. Aufgabe der CO₂-Verantwortlichen der jeweiligen Zementproduzenten.

Bezogen auf die unternehmensinternen Prozesse wird CO₂ inzwischen bei den Zementproduzenten als zu berücksichtigende Größe angesehen. „CO₂ wird generell in Investitionsrechnungen integriert“, kann ein Interviewpartner stellvertretend auch für die anderen Zementproduzenten zitiert werden. CO₂-Emissionen verursachen bei einer kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten zwar keine Kosten, fließen aber als eventuelle Erträge, die aus frei werdenden Emissionsrechten im Zuge von Modernisierungen entstehen können, in Investitionsentscheidungen mit ein. Der Emissionshandel ist dadurch zwar nicht direkter Auslöser für CO₂-Minderungsmaßnahmen, er begünstigt diese aber dadurch, dass sie wirtschaftlicher werden. „Die Rendite erhöht sich bei CO₂-Einsparungsprojekten, [das Projekt] amortisiert sich nicht in 5 Jahren, sondern in 4,5 Jahren“, erläuterte ein Interviewpartner. Daher screenen bspw. Zementproduzenten, die CDM-Projekte durchführen, systematisch die Möglichkeit, CDM-Gutschriften generieren zu können. Im Gegensatz dazu zeigten die Fallstudien mit Technologielieferanten, dass die Klimapolitik in Geschäftsprozessen insofern keine Rolle spielt, als CO₂-Emissionen nicht in Investitionsberechnungen integriert werden: „weil nicht wir CO₂ emittieren, sondern die Kunden“, erläuterte ein Gesprächspartner.

Carbon-Management ist bei den Zementproduzenten zur Chefsache geworden, so waren sich alle Interviewpartner einig. Allein aufgrund der großen Investitionssummen, gerade bei Unterausstattung, können die Vorgaben der europäischen Klimapolitik sehr leicht zum wirtschaftlichen Nachteil für die betroffenen Unternehmen werden. Eine Un-

terausstattung von Zertifikaten im sechsstelligen Bereich führt automatisch zu Mehrausgaben in Millionenhöhe. „Das kann nur Chefsache sein“, so einer der Interviewpartner. Bei den Technologielieferanten ergab sich auch hier ein anderes Bild. Carbon Management ist nicht Chefsache: „Der Druck ist noch nicht da“, begründete ein Anlagenbauer diese Aussage. Die Technologielieferanten konnten auch kein vermehrtes Umweltbewusstsein bei den Kunden erkennen, Nachhaltigkeit ist nur in Bezug auf ökonomische Aspekte ein Argument.

Der Handel mit CO₂-Zertifikaten wird von den Zementproduzenten sehr unterschiedlich gehandhabt. Manche Unternehmen nutzten Emissionszertifikate nicht, um mit ihnen zu handeln, sondern setzten sie für die Deckung der Emissionen ein, die während der Produktion ihrer Produkte entstehen. In der jetzigen zweiten Periode wollen manche Firmen ihre eventuell überschüssigen Zertifikate für die dritte Periode behalten, da sie mit einer Preissteigerung für CO₂-Zertifikate gegenüber dem jetzigen Preis rechnen. Andere Unternehmen haben die Generierung und den Verkauf von überschüssigen Zertifikaten als eigenen Geschäftsbereich in ihr Unternehmen erfolgreich integriert. International tätige Unternehmen der Zementbranche wickeln den Emissionshandel meist zentral für den gesamten Konzern über entsprechende Bankinstitute ab.

Fast alle Zementproduzenten, die CDM-Projekte realisieren, haben das Limit von 22 %, das in der aktuellen 2. Handelsperiode für zugeteilte Emissionsberechtigungen besteht, komplett ausgeschöpft und würden dieses Limit auch in der nächsten Handelsperiode erreichen. Dass jedoch das Limit in der kommenden Handelsperiode von 2013-2020 heruntergesetzt werden wird, wird von den Unternehmen, die mit diesen Zertifikaten handeln, als nicht wünschenswert angesehen.

Integration der klimapolitischen Instrumente in unternehmerische Strukturen

Strukturell verankert wurde der Emissionshandel bei den Zementproduzenten generell in Abteilungen, die sich zum Zeitpunkt seiner Einführung bereits mit diversen Umweltfragen beschäftigten. D. h. es wurde zumeist keine neue Abteilung gegründet, sondern der Fachbereich „Emissionshandel“ wurde in bestehende Strukturen integriert. Oft wurden Mitarbeiter weitergebildet oder es wurde personell aufgestockt, da die Sammlung und Auswertung der für den Emissionshandel relevanten Daten der einzelnen Werke sowie z. B. die Genehmigung von Sekundärbrennstoffen einen beachtlichen personellen und zeitlichen Mehraufwand darstellen. Bei den Technologielieferanten besteht die organisatorische Umsetzung in der Regel darin, dass es innerhalb des Unternehmens einen speziellen Ansprechpartner für klimapolitische Aspekte gibt.

Was den CDM angeht, so hat dieses marktbasierende klimapolitische Instrument nur indirekte organisatorische Konsequenzen für Zementproduzenten. Kleine und mittlere Zementproduzenten führen – von wenigen Ausnahmen abgesehen – keine CDM-Projekte durch. „Verwaltungstechnisch bedeuten die CDM/JI-Projekte für die Unternehmen ei-

nen enormen Aufwand“, kritisierte ein Interviewpartner. Anders sieht es für die „global player“ der Branche aus. Obwohl auch hier die Transaktionskosten sehr hoch sind, werden Projekte durchgeführt. *„Ohne das Geld aus CDM-Zertifikaten würde es einige Projekte nicht geben“*, resümierte ein Zementproduzent. Diese Projekte werden in diesem Fall meist nur mit der eigenen Tochtergesellschaft durchgeführt, nicht mit Firmen außerhalb der Zementbranche. Ein Zementproduzent hält es für schwierig, weiterhin Genehmigungen für CDM-Projekte zu erhalten. Das UN Executive Board (EB) für CDM-Projekte akzeptiert innovative Konzepte wie beispielsweise das Blending von Zement nicht mehr, da diese nach Meinung des EB inzwischen „state of the art“ sind. *„Das Executive Board blockiert die Projekte“*, monierte der Interviewpartner, *„es wird keine CDM-Projekte bei Zement mehr geben.“* CDM-Sicherheit über 2012 hinaus würde von einigen Zementproduzenten begrüßt werden. Die Unsicherheit darüber stelle ein Hemmnis für die Durchführung solcher Projekte dar. Auch die für die dritte Handelsperiode vorgesehene Reduzierung des 22 %-Limits wird für diejenigen Unternehmen, die sich in CDM-Projekten engagieren, nicht für gut befunden.

CDM-Projekte spielen hingegen bei den Technologieanbietern der Zementbranche keine Rolle. *„Ob das Werk in Asien oder Afrika gebaut wird, ist uns egal, ebenso ob es ein CDM-Projekt ist oder nicht. Das ist dasselbe Geschäft. Es geht um den Verkauf von Technologie“*, erläuterte ein Interviewpartner. Dass die Kunden für den Einsatz der vom Anlagenbauer gelieferten Technologie Zertifikate erhalten, kann sich unter Umständen für den Zementproduzenten rechnen. Gleichwohl kann das Argument der Additionality durchaus ein Verkaufsargument für die neueste Technologie darstellen. Der Einsatz von Sekundärbrennstoffen jedoch stellt kein Kriterium der Additionality mehr dar. *„Sekundäre Brennstoffe sind ein altes Thema. Alles was organisch ist, wird versucht, irgendwo einzusetzen. CDM ist für den Anlagenbauer uninteressant, spielt keine Rolle. Auch in Zukunft wird CDM/JI wenig Einfluss haben“*, urteilte ein anderer Gesprächspartner.

3.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse für die Zementindustrie

Die folgende Tabelle 3-3 gibt eine zusammenfassende Übersicht über die Ergebnisse der Befragungen unter Zementproduzenten und deren Anlagenbauern.

Tabelle 3-3: Überblick über die Auswirkungen der Klimapolitik auf die Zementbranche in Deutschland

<p>Situation vor Einführung der klimapolitischen Instrumente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Zementproduzenten und der zugehörige Anlagenbau in Deutschland haben einen hohen technologischen Stand erreicht. • In der Zementindustrie als energieintensiver Branche spielen Energiepreise traditionell eine bedeutende Rolle. • Energieeffiziente Technologien wurden kontinuierlich weiterentwickelt und eingesetzt. • Die Zementindustrie muss verschiedene gesetzliche Auflagen zum Schutz der Umwelt einhalten, die verglichen mit anderen Ländern relativ anspruchsvoll sind, so dass sich das Angebot der Technologieanbieter an diesen Vorgaben orientieren muss. • Neben gesetzlichen Auflagen haben sich die Zementproduzenten zu einer freiwilligen Selbstverpflichtung zur Minderung der CO₂-Emissionen bekannt.
<p>Kontextfaktoren im Befragungszeitraum</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Schwierige wirtschaftliche Situation für Zementproduzenten: Der Zementmarkt in Deutschland ist gesättigt, die Wachstumsmärkte der Zementbranche liegen in Osteuropa bzw. außerhalb Europas (z. B. Indien, China). • Die Hersteller von Zementanlagen bzw. -komponenten sind in der Lage, auf andere Kundengruppen auszuweichen (Betreiber von Recyclinganlagen, Sortieranlagen, Maschinenbauer etc.). • Aufgrund des geringen Marktwerts von Zement, auch im Vergleich zu den Transportkosten, wird sich eine Produktionskostensteigerung negativ auswirken. • Die Zementproduktion ist rohstoff- und technologiebedingt mit hohen CO₂-Emissionen verbunden. • Aufgrund des hohen Anteils an prozessbedingten CO₂-Emissionen im Herstellungsprozess stellt die Reduktion von CO₂-Emissionen eine besonders hohe Herausforderung dar.
<p>EU-Emissionshandel</p>	<ul style="list-style-type: none"> • In der ersten und zweiten Handelsperiode erfolgte eine kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten nach Benchmarks bzw. historischen Emissionen. Es wird erwartet, dass der EU-EH in der dritten Handelsperiode größere Bedeutung besitzen dürfte. • Die eher kurzfristige Ausrichtung des EU-EH berücksichtigt nicht die lange Lebensdauer von Zementanlagen. Somit behindert der EH die Investitionsunsicherheit für die Unternehmen.
<p>Auswirkungen auf die Organisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Der bürokratische Aufwand, der mit der Implementierung des klimapolitischen Instrumentes für die Zementproduzenten einhergeht, wird von diesen als unverhältnismäßig hoch eingestuft. • Kosten für CO₂-Emissionen (gegebenenfalls Opportunitätskosten) sind für Investitionsberechnungen von Zementproduzenten zu einem bedeutenden Kostenfaktor geworden, werden hingegen von Anlagenbauern nicht immer adäquat berücksichtigt.
<p>Auswirkungen auf Forschung und Entwicklung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Der Fokus liegt verstärkt auf der Entwicklung einer Zementherstellung mit vermindertem CO₂-Ausstoß bzw. reduziertem Energieeinsatz. Dabei kommen verschiedene Ansätze zum Tragen, zum Beispiel Erhöhung des Anteils von Zuschlagstoffen, Optimierung der Verfahrenstechnik, Substitution fossiler Brennstoffe durch Sekundärbrennstoffe, Schließen von Energiekreisläufen, Forschungsarbeiten am Ausgangsmaterial Kalkstein. • Bei Anlagenbauern gibt es durch Klimapolitik zudem verstärkte FuE-Aktivitäten im Bereich energetische Gesamtoptimierung. • FuE-Aktivitäten zu CCS werden aufgrund von Klimapolitik finanziell unterstützt (Chancenmanagement), jedoch stehen die Unternehmen dieser Technologie wegen der hohen technischen Komplexität und Kosten skeptisch gegenüber.

	<ul style="list-style-type: none"> • Andere radikale Innovationen werden insbesondere von Zementproduzenten in nächster Zukunft nicht erwartet. • Vereinzelt sehen Anlagenbauer die Chancen, die ein ambitionierterer EU-EH mit sich bringt, und forschen entsprechend intensiv.
Auswirkungen auf Neuanlagen und Modernisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund des gesättigten bzw. schrumpfenden Zementmarktes in Deutschland benötigte die Zementindustrie keine Neuanlagen, so dass für Anlagenbauer hier kaum ein Markt bestand. Daher sind aber auch die Auswirkungen des EU-EH auf Neuanlagen schwierig zu beurteilen. In jedem Fall wird von Zementproduzenten die EU-EH-bedingte Planungsunsicherheit beklagt. • Modernisierungen von Anlagen werden durchgeführt. Der EU-EH ist dafür jedoch nicht ausschlaggebend, weil der CO₂-Preis bisher zu niedrig ist, aber er macht Investitionen wirtschaftlicher.
Auswirkung auf die Branche	<ul style="list-style-type: none"> • Im Falle der Versteigerung von CO₂-Zertifikaten in der 3. Handelsperiode entsteht für die Zementproduzenten ein enormer Kostendruck, der zur Schließung von Zementproduktionsanlagen oder zu Abwanderung in Länder außerhalb des EU-EH führen könnte. Möglicherweise wird nicht mehr so viel Klinker in Deutschland hergestellt, sondern importiert. • Im Falle einer starken Konsolidierung unter den Zementproduzenten in Deutschland aufgrund von CO₂-bedingten höheren Zementpreisen könnte der Anlagenbau ebenfalls negativ davon betroffen sein. Da die Wachstumsmärkte jedoch außerhalb Deutschlands bzw. der Europäischen Union liegen, werden sich diese negativen Auswirkungen in Grenzen halten.
Einschätzungen zu Klimapolitik	<ul style="list-style-type: none"> • Zementproduzenten nehmen die Unsicherheit über zukünftige Zuteilungsregeln und Klimapolitik als Hemmnis für Innovationen wahr. Anlagenbauer hingegen nehmen den Emissionshandel im Großen und Ganzen eher als Chance denn als Innovationshemmnis wahr. • Zementproduzenten plädieren dafür, dass zukünftige Klimapolitik auf globaler Ebene stattfinden sollte, um einerseits keine Wettbewerbsverzerrungen herbeizuführen und andererseits die CO₂-Emissionen weltweit zu mindern, und nicht nur in Europa. Aus Sicht der Technologieanbieter wären klare langfristige Regelungen hilfreich für die Entwicklung und Verbreitung von umweltfreundlicher Technologie. • Langfristig wird unter Zementproduzenten mit einer Verschärfung des Emissionshandels und mit einem steigenden CO₂-Preis gerechnet.

3.4 Ergebnisse für die Papier- und Zellstoffbranche

Für die Detailstudien in der deutschen Papier- und Zellstoffbranche wurden im Rahmen des Forschungsprojektes insgesamt drei Unternehmen aus dem Bereich der Papier- und Zellstoffproduktion und vier Technologielieferanten untersucht. In drei persönlichen Interviews mit Papier- und Zellstoffproduzenten wurden zwischen November 2008 und April 2009 insgesamt vier Personen befragt. Bei den Technologielieferanten wurden mit drei Unternehmen Interviews vor Ort und mit einem Unternehmen ein Telefoninterview durchgeführt, wobei insgesamt sechs Personen zwischen Juni und September 2009 befragt wurden. Die Dauer der Interviews betrug jeweils etwa zwei bis zweieinhalb Stunden.

Die Bemühungen der Papier- und Zellstoffindustrie, ihre CO₂-Emissionen zu mindern, fokussieren sich auf folgende Bereiche:

- Energieeffizienz
- Integrierte Verfahrenslösungen
- Erneuerbare Energien
- Eigenstromerzeugung der Papierproduzenten.

Dabei lässt sich insgesamt feststellen, dass der EU-EH im eigentlichen Sinne bei der Reduktion der CO₂-Emissionen bisher eine eher untergeordnete Rolle spielt. „*Auf das Gesamthema der Nachhaltigkeit bezogen stellt CO₂ nur einen Aspekt dar*“, erläuterte ein Papierproduzent. Dies wird von den Technologielieferanten bestätigt, da sie sich nicht am EU-Emissionshandel ausrichten. Die Anlagenbauer versuchen aber durch den Einsatz neuer Technik (z. B. über den Einsatz von Altpapier, die Schonung von Wasserressourcen bzw. Maßnahmen zur Energiereduktion bei der Papierherstellung) zu bewirken, dass umwelt- und klimarelevante Ziele erreicht werden können. Dazu gehört es, bei der Papierherstellung die Quote an eingesetztem Altpapier zu erhöhen sowie den Primärenergieverbrauch und den Frischwasserverbrauch zu reduzieren. Die Verbesserung der Energieeffizienz hat im Übrigen nicht nur eine Reduktion der Energiekosten zur Folge, sondern geht meist auch mit einer Produktionserhöhung einher.

Emissionshandel und Umweltgesetzgebung haben nach Einschätzung eines anderen Technologielieferanten bereits zu einigen integrierten Konzepten bei der Papierherstellung geführt. Dass integrierte Verfahrenslösungen, wie beispielsweise Wärmerückgewinnung oder Energie- und Stoffkreisläufe, eine wichtige Rolle spielen, wurde auch von den Papierproduzenten bestätigt.

Unabhängig vom Emissionshandel stecken laut Aussagen eines Interviewpartners noch sehr große Potenziale in der herkömmlichen Technologie. „*Es gibt so viele Potenziale, wo eingespart werden kann. Druckluftleckagen zum Beispiel sind enorm*“, führte ein Technologieanbieter aus. Bei richtiger Einstellung und richtigem Betrieb könne ein Kompressor um ein Drittel heruntergefahren werden. Das spare Strom und Kosten ein. Es seien eben die „*Kleinigkeiten, die nicht beachtet werden, die aber zu enormen Kosten führen.*“ Eine Betriebsoptimierung lohne sich daher auf alle Fälle.

Für viel wichtiger als die Implementierung und Ausgestaltung des Emissionshandels hielten fast alle befragten Technologieanbieter die gesetzlichen Regelungen zu den erneuerbaren Energien. Zum Teil macht die „green technology“ bereits einen erheblichen Anteil am Portfolio der Technologieanbieter aus. „*Der Anteil erneuerbarer Energien spielt bei Papierfabriken sehr wohl eine Rolle*“, erklärte ein Technologieanbieter. Daher würden das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) und andere Regularien eine große Rolle für die Papierindustrie spielen. Auch der Kraft-Wärme-Kopplung wird ein großes Potenzial zugesprochen. „*Die heiße Luft, die als Abwärme in die Luft geblasen wird, ist sehr teuer*“, betonte ein Anlagenbauer. Über entsprechende Technologie könne diese Abwärme zur Stromerzeugung genutzt werden, was ein Absenken der Ablufttemperatur zur Folge hat. „*Dabei entsteht Kaltrauch, der besser gefiltert werden*

kann als bei hohen Temperaturen“, erklärte er weiter. Dass die Abwärmenutzung ein vielversprechendes Thema zur Energieeinsparung sei, bestätigte ein weiterer Gesprächspartner.

3.4.1 Auswirkung auf Forschung und Entwicklung

Treiber für Forschung und Entwicklung bei den Papier- und Zellstoffproduzenten sind in erster Linie die Anforderungen seitens der Kunden und die Energiepreise. Danach folgen der Klimaschutz und der Wunsch, die Umwelt zu schonen. Von den Papier- und Zellstoffproduzenten wurden keine relevanten Unterschiede bei Forschung und Entwicklung im Vergleich zu der Zeit vor der Einführung des Emissionsrechtehandels geschildert. Der EU-EH hat insofern höchstens indirekt über den Klimaschutz eine Auswirkung auf die Forschungsaktivitäten. *„Der CO₂-Preis spielt bisher noch keine Rolle, die Energiepreise hingegen schon“*, formulierte es ein Papierproduzent. Allgemein könnten bei der Weiterentwicklung der Rezeptur der Produkte allerdings nicht zwangsläufig Energieeinspareffekte umgesetzt werden, fügte er an. Der Trend im Bereich Spezialpapiere hin zu erneuerbaren Rohstoffen und biologischer Abbaubarkeit ist zwar auf der Umweltseite positiv zu notieren, kann sich jedoch andererseits negativ auf die Energiebilanz der Produktionsverfahren auswirken. Betont wurde von mehreren Papier- und Zellstoffproduzenten, dass bei Innovationen der Gesamtprozess zu betrachten sei. Innovationen können an einer Stelle energieeffizient sein, erhöhen an anderer Stelle aber gegebenenfalls den Stromverbrauch.

Auch bei den Technologielieferanten stellen die Wünsche seitens der Kunden die Treiber für die Forschung dar: *„Ausschließlich die Kundenbedürfnisse sind die Treiber für Entwicklungen“*, erklärte ein Technologielieferant, *„Strategien und Entwicklung richten sich nicht nach Klimapolitik aus.“* Die Einführung des EU-EH hat hier keine unmittelbare Veränderung bewirkt. Die Politik stelle höchstens einen mittelbaren Treiber dar. Die Schwerpunktthemen der aktuellen Forschung und Entwicklung der Technologielieferanten beschäftigen sich damit, wie der Energieverbrauch bei der Papierherstellung durch gezielte Variation des eingesetzten Rohstoffmixes bzw. durch den Einsatz von Anlagen, die auf dem neuesten Stand der Technik sind, deutlich vermindert werden kann. Dabei haben die großen Technologielieferanten Geschäftspläne oder Strategien, in denen sie die langfristige Ausrichtung von Forschung und Entwicklung formulieren.

Dass der Fokus der Technologielieferanten seit circa zwei Jahren verstärkt auf der Energieeinsparung liegt, ist in den gestiegenen Energiepreisen und nicht unmittelbar im EU-EH begründet. Die Endlichkeit der fossilen Energieträger wird aber von den Dampfkesselherstellern bereits heute gesehen. Deshalb gehen die Entwicklungen diverser Kesselhersteller in Richtung der Verwendung von Biogas und Rapsöl. Des Weiteren werden im Umfeld der Holzstoffherstellung sogenannte Mill-Audits beim Papierhersteller durchgeführt, um die energetische Seite von einzelnen Maschinen näher zu

betrachten. Die Ergebnisse dieser Audits stellen dann einen wichtigen Treiber für die weitere Forschung und Entwicklung dar.

Einzelne Innovationen müssen allerdings in das Gesamtsystem der Papierherstellung passen. Sind größere Anpassungen fällig, hemmt das die Verbreitung einer Innovation. Entscheidungskriterien der Papier- und Zellstoffproduzenten beim Kauf von Anlagen sind laut Aussagen der Technologielieferanten primär die sofort anfallenden Investitionen, die für eine gesamte Produktionsanlage sehr hoch sind. Die durch eine energieeffiziente Anlage eingesparten Energiekosten, die im Laufe der Lebensdauer der Anlagen aufsummiert werden, spielen für die Kunden bezüglich ihrer Investitionsentscheidungen eine untergeordnete Rolle.

Bei Forschungsthemen wird laut Aussage der befragten Technologielieferanten u. a. mit Universitäten zusammengearbeitet, aber auch mit Kunden. *„Wir versuchen sehr viel mit Kunden gemeinsam zu machen. Das kann man dann besser umsetzen“*, erklärte ein Gesprächspartner. Bei gemeinsamer Forschung zusammen mit Kunden kommen dabei oft Geheimhaltungsverpflichtungen zum Tragen.

Zellstoffgewinnung und Altpapieraufbereitung

Da die Zellstoffgewinnung sehr energieintensiv ist, steht sie unter anderem im Vordergrund von Forschungsaktivitäten der Technologielieferanten. In der Gewinnung von Zellulosefasern aus Altpapier steckt ein vielversprechender Ansatz, um auf effiziente und ressourcenschonende Weise an den Rohstoff zur Papierherstellung zu gelangen. Im Vergleich zur Zellulosefasergewinnung aus Rohholz kann die Gewinnung aus Altpapier eine bedeutende Menge an Energie einsparen. Außerdem sind Zellulosefasern aus frischem Holz wesentlich teurer als Zellulosefasern aus Altpapier. Um eine einfachere Aufbereitung von Altpapier zu erreichen, arbeitet die Industrie unter anderem an der Reduktion des Plastikanteils am Altpapier bzw. an einer sortenreineren Altpapier-sammlung.

Als weiterer Forschungsschwerpunkt wurden in diesem Zusammenhang von den Technologielieferanten auch Deinking-Verfahren genannt. Oft muss aus dem Altpapier Pappe und nicht deinkingfähiges Altpapier händisch sortiert und dann recycelt werden. Hier liegt laut Aussage eines Interviewpartners noch ein hoher Forschungsbedarf. Ein unmittelbarer Einfluss des EU-EH auf diesen Bereich der Forschungsaktivitäten konnte nicht festgestellt werden.

Trocknungsverfahren und Wärmerückgewinnung

Auch im Trocknungsbereich sind noch Einsparpotenziale vorhanden. Es gibt innovative Trocknungsverfahren, deren Amortisationskosten bei nur zwei Jahren liegen. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist für Technologieanbieter die Wärmerückgewinnung.

FuE-Aktivitäten in diesem Bereich stellen die Analyse von Abwärmeströmen dar sowie die Einsatzmöglichkeiten von Wärmerückgewinnung im Niedertemperaturbereich (75-300 Grad). Die Abwärme (70-120 Grad) bei der Papierproduktion kann zur Trocknung von Schlämmen verwendet werden. Diese Abwärme stellt frei verfügbare Energie dar, durch die der Anteil von CO₂-Emissionen deutlich reduziert werden kann. *„Wärmerückgewinnung stellt ein großes Potential dar“*, resümierte ein Technologielieferant.

Geschlossene Kreisläufe

Beim Bau von Anlagen wird heutzutage versucht, integrierte Papierfabriken zu betreiben. D. h. ein Zellstoffwerk, das einen hohen Energieüberschuss aufweist, baut in unmittelbarer Nähe eine Papierfabrik oder eine bestehende Papierfabrik baut zusätzlich ein Zellstoffwerk. Die integrierte Papierfabrik hat den Vorteil, dass keine weiten Transportwege für die unterschiedlichen Materialien anfallen und somit auch die Transportkosten niedrig bleiben. Bei allen bzw. fast allen Prozessen kommen nach Möglichkeit geschlossene Kreisläufe zum Tragen. *„Eine geschlossene Kreislaufwirtschaft wird sicherlich nicht überall gelingen, aber wir sind auf dem Weg dorthin“*, erläuterte ein Technologielieferant. Beispielsweise kann Abwasser auch zur Biogasherstellung verwendet werden. Das Abwasser ist dann wieder einsetzbar. *„Anaerobe Kläranlagen sind ganz stark im Kommen“*, unterstrich der Interviewpartner. Insgesamt können integrierte Standardkonzepte den Energie- und Wasserverbrauch von Papierfabriken bedeutend herabsetzen.

3.4.2 Auswirkung auf den Bau von Neuanlagen und Modernisierungen

Der Emissionshandel hat keinen Einfluss auf die Absatzmärkte der Technologieanbieter, weder in Bezug auf Neuanlagen noch in Bezug auf Modernisierungen. Der Markt für Papierproduktionsanlagen ist nach Einschätzung der Befragten in Europa und den USA gesättigt. Zwar wird in alle Welt geliefert, aber es wird je nach Höhe der regionalen Energiepreise unterschiedliche Technologie ausgeliefert. Der EU-EH spiele laut Aussagen der Technologielieferanten auf Kundenseite bisher keine Rolle. Auf Seite der Papierhersteller würden ausschließlich Kostenargumente eine Rolle bei Investitionsentscheidungen spielen. Da energieeffiziente aber teure Technik vom Kunden nicht nachgefragt wird, sieht sich mancher Technologieanbieter gezwungen, möglichst kostengünstige Anlagen bzw. Komponenten anzubieten. *„Erfahrungsgemäß sind die Kunden in der Regel nicht bereit, für eine effizientere Technologie mehr zu bezahlen“*, begründete dies ein Technologielieferant. Auf energetischer Seite spiele der Strom für die Kunden aus der Papierindustrie eine größere Rolle als die Wärme. Daher sei das Interesse an Energieeffizienz in den Strompreisen zu suchen.

Manche Technologielieferanten bieten beispielsweise verschiedene Arten von Trocknern an (geschlossenes System ohne Emissionen und sehr energieeffizient, oder offene Anlage mit 40 % höheren Energiekosten). Der Kunde entscheidet dann, ob er hocheffiziente Technik (z. B. Hocheffizienzmotoren bzw. -kompressoren) einsetzen will oder nicht. Es gibt Kunden, die aus Prinzip etwas für die Umwelt tun und auch langfristig denken. Im Gegensatz dazu ist für Aktiengesellschaften ein kurzer Amortisationszeitraum ausschlaggebend, d. h., entscheidend für diese Firmen sind die Investitionskosten und nicht die laufenden Betriebskosten.

Ein zentrales Thema bei den Papier- und Zellstoffproduzenten hinsichtlich der Möglichkeit, CO₂-Emissionen zu reduzieren, ist die Eigenstromerzeugung. Alle befragten Unternehmen hatten das Ziel, ihre Eigenstromerzeugung in bedeutendem Umfang zu erhöhen.

Neuanlagen

Der Emissionsrechtehandel hatte keine Auswirkungen auf den Bau von Neuanlagen in der Papier- und Zellstoffbranche. Es gab unter den befragten Papier- und Zellstoffproduzenten nur ein Unternehmen, das seit Einführung des Emissionsrechtehandels eine neue Anlage gebaut hat. Dies erfolgte in der ersten Handelsperiode 2005 – 2007. Die Gratiszuteilung an Emissionsrechten habe laut Aussage des Interviewpartners jedoch nur eine untergeordnete Rolle gespielt. „*Gründe dafür waren eine bessere Marktplatzierung*“, erklärte der Gesprächsteilnehmer. Auch die 14-Jahres-Regel habe nach Aussagen des Interviewpartners keine Rolle gespielt.

Aufgrund der wirtschaftlichen Krise wurden in 2008 von Papier- bzw. Zellstoffproduzenten weniger Neuanlagen in Auftrag gegeben als zuvor. In den Jahren davor sind in Deutschland die größeren Investitionen eher in Neuanlagen anstatt Modernisierungen getätigt worden. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei Neuanlagen nicht immer um komplette Papier- bzw. Zellstofffabriken handelt, sondern auch Teilanlagen als Neuanlagen betrachtet werden. Dabei kaufen die Papier- und Zellstoffproduzenten laut Angaben der Technologieanbieter meistens die Technik, die sie am Markt am kostengünstigsten bekommen können. Entscheidungskriterien der Kunden beim Kauf von Anlagen sind primär die sofort anfallenden Investitionen, die für eine gesamte Produktionsanlage sehr hoch sind. Die Gewinne, die im Laufe der Lebensdauer der Anlagen erwirtschaftet werden, spielen für die Kunden bezüglich ihrer Investitionsentscheidungen eine untergeordnete Rolle. Hier hat der Emissionshandel kein Umdenken bewirkt.

Das Augenmerk der Papier- und Zellstoffproduzenten wird allerdings durchaus auf die Ausgestaltung des Emissionsrechtehandels in der dritten Handelsperiode hinsichtlich der Eigenstromerzeugung gerichtet. Wichtig für die Papier- und Zellstoffproduzenten sei, dass Industriekraftwerke eine freie Zuteilung erhielten. Werde eine Stromerzeugungsanlage nicht mehr als Nebenanlage akzeptiert, so müssen für diese Anlage

Emissionsrechte gekauft werden. Falls die Industrie ab 2013 bei der Zuteilung wie Energieversorger behandelt wird und für die Stromerzeugung ihrer Kraftwerke keine Gratiszuteilung mehr erhält, „*spielt der Status als Nebenanlage keine Rolle mehr*“, so ein Gesprächspartner zur aktuellen Situation. Basierend auf den Interviews ist aber davon auszugehen, dass auch bei Wegfallen der Gratiszuteilung weiterhin ein Interesse der Papier- und Zellstoffproduzenten an Investitionen in den Aufbau von Eigenstromerzeugungskapazitäten besteht.

Modernisierungen

Modernisierungen werden bei Papier- und Zellstoffproduzenten turnusmäßig durchgeführt (z. B. regelmäßiger Austausch von Ventilen, Zylindern), um den optimierten Betrieb der technischen Anlagen zu gewährleisten. Der Anstoß zu Modernisierungen kommt typischerweise aus dem eigenen Unternehmen. Da Papiermaschinen in ihrer Technologie sehr komplex sind, werden Änderungen an den Maschinen nur in jeweils kleinen Schritten und kontinuierlich vorgenommen. Treiber sind in allererster Linie die Energiekosten, danach der technologische Fortschritt. Die von den Papier- und Zellstoffproduzenten durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen wären alle auch ohne den Emissionsrechtehandel durchgeführt worden. Dies wird bestätigt von den Aussagen der befragten Technologieanbieter, die bekräftigten, dass der EU-EH zu keiner Auftragssteigerung bei Modernisierungen geführt hat.

CO₂ wird von den Papier- und Zellstoffproduzenten aber insofern berücksichtigt, als es die Wirtschaftlichkeit von Planungsalternativen beeinflusst. Lediglich durch die Finanzkrise kam es vereinzelt zu Verschiebungen bei den Modernisierungsinvestitionen. Der EU-EH hat jedoch auf Modernisierungsmaßnahmen insofern Auswirkungen, als der Energieverbrauch noch prominenter in den Vordergrund rückt. Für Modernisierungskonzepte wird von den Papier- und Zellstoffproduzenten Energie-Know-how eingekauft. „*Dies ist eine direkte Auswirkung des Emissionshandels*“ erklärte ein Unternehmensvertreter.

Bei Modernisierungen wird z. B. eine zeitliche Optimierung von Prozessen bzw. eine generelle Optimierung der Arbeitsabläufe gefordert (z. B. Vermeiden von unnötigen Transportwegen). Des Weiteren kommt es nach Aussagen der Technologielieferanten unter Umständen zum Einbau von hocheffizienten Motoren bzw. Kompressoren in die Anlagen. Schließlich arbeiten heute viele technische Anlagen noch druckluftabhängig. Aufgrund von Leckagen im System muss der Druck erhöht werden, um den gewünschten Betriebsdruck zu erzielen. Da es sich bei Druckluft jedoch um einen sehr teuren Energieträger handelt, ist der Einsatz einer druckunabhängigen Ansteuerung von Geräten sinnvoll (zum Beispiel Substitution von Druckluft durch Strom). Gründe für Modernisierungen sind daher in erster Linie Optimierung von Material- und Energiekosten. Dass die Einsparung von mit fossilen Energieträgern gewonnener Energie mit einer

CO₂-Einsparung einhergeht, steht laut Aussagen der Technologielieferanten nicht im Vordergrund bei Entscheidungen zu Modernisierungsvorhaben.

Ein weiterer Treiber von Modernisierungen sind Produktänderungen bei der Papierproduktion. Diese Produktänderungen wiederum sind marktgetrieben. Da die Palette der möglichen Endprodukte in der Papierindustrie sehr groß und heterogen ist, kann auf Markterfordernisse flexibler reagiert werden als in anderen Branchen. *„Nicht der Emissionshandel, sondern Marktverschiebungen verursachen Umbaumaßnahmen bei Papiermaschinen“* fasste es ein Gesprächsteilnehmer zusammen. Eine Papiermaschine, die für die Herstellung eines neuen Produkts benötigt wird, werde dabei in der Regel nicht neu gebaut, sondern es werde eine vorhandene Maschine umgebaut, erklärte er weiter.

3.4.3 Auswirkung des EU-Emissionshandels auf die Organisationsstrukturen und -prozesse der Unternehmen

Der Emissionsrechtehandel hat in der Papier- und Zellstoffbranche noch am ehesten Auswirkungen bezüglich der organisatorischen Integration in die einzelnen Unternehmen, insbesondere der Papier- und Zellstoffproduzenten.

Integration der klimapolitischen Instrumente in die unternehmerischen Prozesse

Alle Papier- und Zellstoffproduzenten gaben an, dass bei Berechnungen des Return of Investment der CO₂-Preis mit berücksichtigt wird. *„Der CO₂-Preis ist ein Kostenfaktor, der stets in Investitionsberechnungen mit einfließt“*, erläuterte ein Gesprächspartner. *„Aber er ist nicht der einzige treibende Faktor“*, ergänzte er. Die anderen Unternehmensvertreter äußerten sich ähnlich. Einig waren sich auch alle Papier- und Zementproduzenten in der Einschätzung über die strategische Bedeutung des CO₂-Zertifikatehandels. Carbon Management sei zur Chefsache geworden, gaben sie an.

Alle Papier- und Zellstoffproduzenten verfügen über eine Unternehmensstrategie, die sich auf Energie und CO₂-Emissionen bezieht. Sie ist langfristig orientiert, d. h., sie umfasst einem Zeithorizont von bis zu zehn Jahren.

Im Gegensatz dazu haben bei den befragten Technologielieferanten die klimapolitischen Instrumente keinen Niederschlag in den unternehmerischen Prozessen gefunden. So konnten die befragten Firmen zumeist keine Veränderung ihrer Unternehmensstrategien aufgrund des Emissionshandels bzw. der klimapolitischen Instrumente feststellen. *„Nach CO₂ fragt kein Mensch. Da denkt niemand an CO₂“*, erläuterte ein Gesprächspartner. Gleichwohl fügte er hinzu, dass seit circa zwei Jahren *„die Leute sensibler für das Thema Energieeffizienz werden.“* Als Grund dafür gab er allerdings nicht den Emissionshandel an, sondern die Strompreise: *„Es ist sicherlich so, dass die elektrische Energie nicht billiger werden wird.“* Manche Technologielieferanten verfü-

gen zwar über eine Langzeitstrategie, die bis in das Jahr 2020 reicht. Ziele der Langzeitstrategie sind dabei Einsatz ressourcenschonender Rohstoffe, wie Altpapier, Energieeinsparung und Umweltauflagen. Die Bestrebungen zu einer langfristig höheren Energieeffizienz der Anlagen liegen aber nicht in der damit verbundenen CO₂-Reduktion begründet. Lediglich ein Technologieanbieter hatte das Thema Emissionsrechtehandel mit einigen Kunden bereits diskutiert. Da der Emissionshandel bisher jedoch nur äußerst begrenzte Zeiträume betrifft, wird er für Investitionskalkulationen nicht mit berücksichtigt. Die Rahmenbedingungen des EU-EH können sich relativ schnell ändern, so dass bei Berücksichtigung des EU-EH die Investitionskalkulationen der Unternehmen auf falschen Daten basieren würden. *„Der Emissionsrechtshandel geht in keine Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit rein“*, erklärte ein Technologieanbieter. Auch die erwarteten Preise für CO₂ oder die zukünftige Ausgestaltung des Emissionsrechtehandels fallen hierbei nicht ins Gewicht.

Bei kleineren und mittleren Papier- und Zellstoffproduzenten wird der Handel mit CO₂-Zertifikaten nicht immer als eigenständiger Geschäftsbereich eingerichtet. Man versucht, so viele Zertifikate zu erwerben, wie für die Produktion benötigt werden. *„Es wird versucht, Zertifikate zurückzuhalten, um sie je nach Entwicklung der Produktion und der Entwicklung der Zuteilungsausgestaltung für die nächste Handelsperiode einsetzen zu können“*, erklärte ein Unternehmensvertreter. Wird gehandelt, so erfolgt dies über eine Bank. Bei größeren Unternehmen spielt der CO₂-Handel eine bedeutendere Rolle. Der Handel wird dann meist über eine zentrale Stelle für alle europäischen Standorte getätigt. Einer der befragten Papierproduzenten hat auch CER gekauft. *„Dies ist aufgrund der Preisdifferenz für das Unternehmen interessant“*, hieß es. Das 22 %-Limit werde allerdings bei weitem nicht ausgeschöpft. An CDM-Projekten hat sich bisher keiner der befragten Papier- und Zellstoffproduzenten beteiligt. *„Es wird für ein Unternehmen erst von einer bestimmten Unternehmensgröße an interessant, sich am CDM zu beteiligen“*, erklärte ein Interviewpartner. Die Abwicklung sei organisatorisch vergleichsweise aufwändig. Auch die befragten Technologielieferanten sind nicht an CDM-Projekten beteiligt, obwohl manche der befragten Unternehmen in Schwellenländern Investitionen tätigen.

Integration des Emissionsrechtehandels in die unternehmerischen Strukturen

Da die Papier- und Zellstoffproduzenten bereits vor Einführung des Emissionsrechtehandels in Deutschland hinsichtlich der Umweltmedien Luft und Wasser strengen Auflageregelungen unterlagen (z. B. BImSchG, TA Luft), gab es in jedem Unternehmen bereits Strukturen, in die die Thematik des Emissionsrechtehandels integriert werden konnte. D. h. es wurde zumeist keine neue Abteilung gegründet, sondern der Fachbereich „Emissionsrechtehandel“ wurde in bestehende Strukturen integriert. Oft wurden Mitarbeiter weitergebildet oder es wurde personell aufgestockt, da die Erfassung, Spei-

cherung und Auswertung der für den Emissionsrechtehandel relevanten Daten der einzelnen Werke einen beachtlichen personellen und zeitlichen Mehraufwand darstellt. So werden bei einigen Unternehmen beispielsweise monatliche Bestandsaufnahmen bezüglich der noch zur Verfügung stehenden CO₂-Zertifikate durchgeführt. Zum Teil werden nicht benötigte Zertifikate für die 3. Handelsperiode aufbewahrt (so genanntes „Banking“).

Bei den Technologielieferanten wurde das Thema Emissionsrechtehandel nicht in allen befragten Unternehmen in den Strukturen verankert. Zum Teil liegt es am Interesse des CEO, sich um das Thema zu kümmern. Zum Teil gibt es in manchen Firmen keinen eigentlichen CO₂-Verantwortlichen. Mit Blick auf den Kunden, meinte ein Unternehmensvertreter, könne man sagen: *„Carbon Management ist Topmanagementsache, aber keine Chefsache“*.

3.4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse für die Papier- und Zellstoffbranche

Die folgende Tabelle 3-4 gibt eine zusammenfassende Übersicht über die Ergebnisse der Befragungen unter Papier- und Zellstoffproduzenten und deren Technologielieferanten.

Tabelle 3-4: Überblick über die Auswirkungen der Klimapolitik auf die Papierbranche in Deutschland

<p>Situation vor Einführung der klimapolitischen Instrumente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Papier- und zellstoffproduzierende Industrie und die zugehörigen Technologielieferanten in Deutschland haben einen hohen technologischen Stand erreicht. • Bei den Papier- und Zellstoffproduzenten als energieintensiver Branche spielen Energiepreise traditionell eine bedeutende Rolle. • Energieeffiziente Technologien wurden kontinuierlich weiterentwickelt und eingesetzt. • Die Papier- und Zellstoffindustrie unterliegt diversen Verordnungen zur Einhaltung des Schutzes der Umwelt (z. B. BImSchG, REACH); die von den Technologielieferanten angebotenen Anlagen müssen diesen relativ hohen gesetzlichen Umweltauflagen entsprechen. • 2000 Selbstverpflichtung der Papier- und Zellstoffproduzenten, CO₂-reduzierende Maßnahmen durchzuführen: Ziel ist die Reduktion um 35 % (Basisjahr 1990) bis 2012.
<p>Kontextfaktoren im Befragungszeitraum</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Konkurrenz der Papier- und Zellstoffprodukte mit elektronischen Medien. • Zertifikate für die nachhaltige Bewirtschaftung von Holz und für die nachhaltige Herstellung von Papier werden wichtiger. • Die Papierproduzenten sind geprägt von hohen Export- und Importanteilen und damit abhängig von weltweiten Rahmenbedingungen. • Schwierige wirtschaftliche Situation für Technologielieferanten aufgrund des gesättigten deutschen Marktes. Technologielieferanten von Papieranlagen bzw. -komponenten sind zum Teil in der Lage, auf andere Kundengruppen auszuweichen (Betreiber von Recyclinganlagen, Sortieranlagen etc.). Die Wachstumsmärkte für Technologieanbieter der Papier- und Zellstoffbranche liegen außerhalb Europas.

	<ul style="list-style-type: none"> • Die Papier- und Zellstoffproduzenten haben einen hohen Anteil an erneuerbaren Energien und KWK. Verstärkte Einbindung in Papierproduktion wird nachgefragt. Hoher Einfluss von Regulierung im Bereich Erneuerbare und KWK. • Anpassung von Kesseln an nachwachsende Rohstoffe als Brennstoff.
EU-Emissionshandel	<ul style="list-style-type: none"> • In der ersten und zweiten Handelsperiode erfolgte eine kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten nach Benchmarks bzw. historischen Emissionen. Der EU-EH dürfte in der dritten Handelsperiode größere Bedeutung gewinnen. • Die bisher eher kurzfristige Ausrichtung des EU-EH berücksichtigt laut Technologieanbietern nicht die lange Lebensdauer von Papier- und Zellstoffproduktionsanlagen. Somit behindert der EH die Investitionssicherheit für die Unternehmen. • Der Emissionshandel und die KWK-Förderung sind nicht aufeinander abgestimmt.
Auswirkungen auf die Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Der bürokratische Aufwand, der mit der Implementierung und den kontinuierlichen Aufgaben im Zusammenhang mit dem EU-EH in den papier- und zellstoffproduzierenden Unternehmen einhergeht, wird von diesen als unverhältnismäßig hoch eingestuft. • Kosten für CO₂-Emissionen sind nur für die Papier- und Zellstoffproduzenten, nicht aber für die Technologieanbieter zu einem wichtigen Kostenfaktor für Investitionsberechnungen geworden. • Carbon Management ist zur Chefsache von Papier- und Zellstoffproduzenten geworden. • Für Technologielieferanten noch keine direkten Auswirkungen des EU-EH auf die Organisation in Unternehmen, allerdings findet eine Beschäftigung mit dem Thema Emissionshandel statt.
Auswirkungen auf Forschung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Keine relevanten Unterschiede bei FuE im Vergleich zu der Zeit vor der Einführung des EU-EH. Der Fokus der Branche liegt seit einigen Jahren verstärkt auf der Energieeinsparung, allerdings eher durch die Energiepreise bedingt und nicht unmittelbar durch den EU-EH. Technologieanbieter berichten Tendenz zu geschlossenen Energie- und Materialkreisläufen. • Planungsunsicherheit sowie teilweise Widersprüchlichkeit von EH und KWK-Regelung hemmen Klimainnovationen. • Umweltschutz ist zwar ein Treiber für FuE, bezieht sich aber nicht zwangsläufig auf CO₂-Einsparung.
Auswirkungen auf Neuanlagen und Modernisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Bisher kaum Auswirkungen auf den Bau von Neuanlagen in der Papier- und Zellstoffbranche in Deutschland, da niedrige CO₂-Preise wesentlich weniger wichtig als wirtschaftliche und marktgetriebene Aspekte sind. • Modernisierungen von Anlagen werden durchgeführt, jedoch ist der EU-EH dafür nicht ausschlaggebend, aber er macht Investitionen wirtschaftlicher. • Technologieanbieter weisen darauf hin, dass Fokus der Kunden auf Höhe der Investitionen und weniger auf Folgekosten liegt. Dabei wird CO₂-Preis noch nicht als wirtschaftlicher Grund wahrgenommen.
Auswirkungen auf die Branche	<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Ausgestaltung der nächsten Handelsperiode sehen die Technologielieferanten die Gefahr der Abwanderung mancher Papierproduzenten. Da die Wachstumsmärkte der Technologieanbieter aber außerhalb Deutschlands bzw. der Europäischen Union liegen, werden sich die Auswirkungen für sie in Grenzen halten. • Alle befragten Papier- und Zellstoffproduzenten wollen ihren KWK-Anteil weiter ausbauen, u. a. um ihre Energiekosten und ihre CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Einschätzungen zu Klimapolitik

- Der Emissionshandel stellt nach Aussage der Papier- und Zellstoffproduzenten eine Belastung für die Industrie dar. Zudem herrscht große Unsicherheit über die zukünftige Ausgestaltung bzw. die Rahmenbedingungen des Emissionshandels.
- Wunsch der regulierten Unternehmen, dass bei zukünftiger Zuteilung von Emissionszertifikaten die unterschiedlichen Papiersorten berücksichtigt werden sollten. Wunsch nach einem fairen Benchmark, der die Belange der Industrie berücksichtigt. Auch die Gleichbehandlung der Papier- und Pappehersteller durch den EH wird als problematisch angesehen.
- Ein großes Hemmnis im Bereich EU-EH ist fehlende Planungssicherheit.
- Langfristig rechnen die Papier- und Zellstoffproduzenten mit einer Verschärfung des Emissionshandels und mit einem steigenden CO₂-Preis.

3.5 Sektorvergleich

Die Ergebnisse der Sektorfallstudien zeigen, dass die Innovationswirkung der marktba- sierten klimapolitischen Instrumente in den drei untersuchten Sektoren zum Teil sehr unterschiedlich ausfällt, wobei aber auch ähnliche Muster identifiziert werden konnten. Im Folgenden werden diese Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammenfassend dargestellt und Erklärungsansätze diskutiert. Dabei fokussiert dieses Kapitel ausdrücklich auf einen Vergleich der Innovationswirkung der klimapolitischen Instrumente, und nimmt daher keinen allgemeinen Sektorvergleich vor.

Gemeinsamkeiten bezüglich der Innovationswirkung der Klimapolitik

Übergeordnet lässt sich festhalten, dass in allen Untersuchungssektoren die Innovati- onswirkung von EU-Emissionshandel und Clean Development Mechanism bisher rela- tiv gering ausfällt. Allerdings rechnen Vertreter aller drei Sektoren mit einem Anstieg der Bedeutung von Klimapolitik ab 2013 und damit ab Beginn der dritten Handelsperio- de des EU-Emissionshandels. Ebenso lässt sich sektorübergreifend feststellen, dass die Innovationswirkung des EU-EH bei den Technologielieferanten geringer ausfällt als bei den direkt vom Emissionshandel betroffenen Produzenten von Strom, Pa- pier/Zellstoff und Zement. Darüberhinaus wurden die Energie- bzw. Brennstoffpreise als Haupttreiber für unternehmerische Innovationsaktivitäten mit CO₂-minderndem Ef- fekt genannt.

Weiterhin lässt sich feststellen, dass die Innovationswirkung der klimapolitischen In- strumente bei allen drei Sektoren zwischen den drei untersuchten Innovationsdimensi- onen (Forschung und Entwicklung, Adoption, organisatorischer Wandel) variiert. Be- züglich der Auswirkung auf Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten kann sektorüber- greifend festgehalten werden, dass der CDM in keinem nennenswerten Umfang unter- nehmerische FuE-Aktivitäten beeinflusst. Bei allen drei Sektoren ist darüber hinaus im Bereich der Adoption übereinstimmend festgestellt worden, dass Modernisierungsakti- vitäten durch den EU-EH wirtschaftlicher geworden sind. Schließlich ist allen drei

Untersuchungssektoren gemeinsam, dass die stärkste direkte Auswirkung des EU-EH in der Innovationsdimension des organisatorischen Wandels anzutreffen ist, wobei die Wirkung am stärksten bei den Unternehmen ausfällt, die direkt unter den EU-EH fallen. So konnte bei Energieversorgungsunternehmen, Papier- und Zellstoffproduzenten sowie Zementproduzenten nachgewiesen werden, dass der neue Kostenfaktor CO₂ in unternehmerische Prozesse – allen voran in die Investitionsrechnung – integriert worden ist. Auch ist mit der Einführung des EU-EH die Klimathematik zur Chefsache aufgestiegen.

Unterschiede bezüglich der Innovationswirkung der Klimapolitik

Demgegenüber gibt es aber auch eine Reihe von Unterschieden bei der Innovationswirkung der marktbasierenden klimapolitischen Instrumente EU-EH und CDM.

Bezüglich der Innovationsdimension Forschung und Entwicklung sticht der Stromsektor dadurch heraus, dass hier der EU-EH nicht nur inkrementelle Innovationstätigkeiten maßgeblich beeinflusst, sondern auch FuE an CCS als radikaler, kompetenzverstärkender Innovation stark intensiviert hat. Die Zementproduzenten heben sich hingegen vom Rest der untersuchten Sektoren und Akteursgruppen insofern ab, als dass hier der EU-EH zu einem kleinen Teil auch einen Einfluss auf Produktinnovationen hat. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die FuE-Aktivitäten am stärksten im Stromsektor vom EU-EH beeinflusst worden sind, und zwar hier insbesondere für die CO₂-intensiven Kohletechnologien.

Für die Innovationsdimension Adoption kann festgehalten werden, dass die in der ersten und zweiten Handelsphase des EU-EH für Neuanlagen gewährte Gratiszuteilung nur im Stromsektor zu einem signifikanten Anstieg der geplanten Neuanlagen, und hier insbesondere von Kohlekraftwerken, geführt hat. Das heißt, die Subventionswirkung der Gratiszuteilung hatte im Gegensatz dazu keinen Einfluss auf die Industriesektoren. In den Industriesektoren beabsichtigen nur die Papier- und Zellstoffproduzenten, verstärkt in Anlagen zur Eigenstromerzeugung zu investieren, was zwar auch zum Teil in der vorteilhaften Gratiszuteilung der Industriekraftwerke im Vergleich zu Kraftwerken im Stromsektor begründet liegt; allerdings wird nicht davon ausgegangen, dass dieses Interesse durch die vollständige Auktionierung signifikant sinken würde.

Auf der Ebene des organisatorischen Wandels liegen die Hauptunterschiede in zwei Bereichen. Zum einen integrieren die Technologielieferanten für die Industriesektoren den neuen Kostenfaktor CO₂ nicht in ihre Investitionsrechnung, wohingegen das bei den Technologielieferanten für den Stromsektor bereits in die unternehmerischen Prozesse integriert wurde. Zum zweiten wird die Möglichkeit zum Erwerb und der Nutzung von Zertifikaten aus CDM-Projekten am stärksten von den Energieversorgungsunternehmen genutzt. Interessanterweise investieren diejenigen Zementproduzenten, die sich an CDM-Projekten beteiligen, nicht in Fonds, sondern nutzen diesen klimapoliti-

schen Projektmechanismus im Gegensatz zu den Energieversorgern über Projekte von Tochterunternehmen. Im Vergleich dazu haben die Papier- und Zellstoffproduzenten bisher am wenigsten vom Instrument CDM Gebrauch gemacht.

Gründe für Unterschiede in der Innovationswirkung der Klimapolitik

Ein Hauptgrund für die beobachteten Unterschiede in der Innovationswirkung des EU-Emissionshandels dürfte in den sektorbedingten Unterschieden bei der Ausgestaltung des EU-EH liegen. So ist der EU-EH für die Industriesektoren insb. in der zweiten und dritten Handelsperiode bedeutend weniger stringent ausgestaltet als für die Energieversorger. Zwar gilt für alle der gleiche CO₂-Preis, aber die Höhe der Gratiszuteilung und damit der Unterausstattung unterscheidet sich zum Teil beträchtlich. Bspw. wurde in der zweiten Handelsperiode nur für die Energieversorger ein Teil der EUA per Auktion vergeben.

Einen weiteren Grund für die beobachteten Unterschiede dürfte der unterschiedlich hoch ausfallende Anteil der CO₂-Kosten an den Gesamtkosten ausmachen. Außerdem ist anzunehmen, dass der nur im Stromsektor stark ausgeprägte Neubaubedarf im Vergleich zu gesättigten Märkten bei Papier und Zement zu den Unterschieden in der Subventionswirkung der Gratiszuteilung geführt hat. Ein weiterer wichtiger Sektorunterschied ist die Fähigkeit, CO₂-Opportunitätskosten in die Produktkosten einzupreisen. So treten die besagten Carbon Leakage-Bedenken nur bei den Industriesektoren auf. Zusätzlich könnte das zur Verfügung stehende CO₂-Minderungspotential eine Rolle für unterschiedlich intensiv ausfallende Innovationseffekte spielen. Während es in der Papierindustrie noch einige Minderungspotentiale zu geben scheint und die Stromwirtschaft durch die Existenz von kohlenstofffreien Alternativen gekennzeichnet ist, so ist die Zementindustrie geprägt von einem hohen Anteil an prozessbedingten CO₂-Emissionen, deren Minderung nicht ohne weiteres möglich sein dürfte. Schließlich könnten unterschiedliche Firmengrößen, Unternehmenskulturen und -strukturen Erklärungsansätze für die beobachteten Unterschiede liefern.

Literatur Kapitel 3

- Eisenhardt, K. M. (1989): Building Theories from Case Study Research. *Acad. Manage. Rev.*, 14:532-550 pp.
- Ellermann, A.D. (2008): New entrant and closure provisions: How do they distort? *The Energy Journal*, 29 (Special Issue), 63-76.
- EU 2008a: Directive of the European Parliament and of the council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community.
- EU 2008b: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community. Brussels, Commission of the European Communities.
- Gibbert, M., Ruigrok, W., and Wicki, B. (2008): What Passes As A Rigorous Case Study? *Strateg. Manage. J.*, 29:1465-1474 pp.
- IEA (2007): Energy Policies of IEA countries: Germany 2007 Review. OECD/IEA, Paris.
- KIT (2009): Karlsruher Institut für Technologie (KIT): Grüner Zement – Neues Herstellungsverfahren verspricht Energieeffizienz und trägt zum Klimaschutz bei. *Presseinformation Nr. 143*
- Rogge, K. S.; Schneider, M., and Hoffmann, V. H. (2010): The innovation impact of EU-Emission trading – Findings of company case studies in the German Power Sector. S2/2010. Karlsruhe, Fraunhofer ISI. Working Paper Sustainability and Innovation.
- VDZ (2009): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2008, Düsseldorf, Verein deutscher Zementwerke e. V.
- Yin, R.K. (2002): *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, London.

4 Umfrage zur Innovationswirkung von Klimapolitik

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Breitenbefragungen zur Innovationswirkung von EU-Emissionshandel und Clean Development Mechanism dargestellt. Hierzu wird in Abschnitt 4.1 zunächst das methodische Vorgehen erläutert. Daran schließt sich eine deskriptive Analyse der Umfrageergebnisse für die Sektoren Papier (Abschnitt 5.2) und Strom (Abschnitt 5.3) an, wobei hier unterschieden wird zwischen den Antworten von Papier- bzw. Stromproduzenten auf der einen Seite und Technologieanbietern auf der anderen Seite. Im abschließenden Abschnitt 5.4 wird diskutiert, welche Implikationen sich aus den Umfrageergebnissen für die hergeleiteten Hypothesen ergeben.

4.1 Methodisches Vorgehen

Für die quantitative Erhebung und Analyse von Unternehmensdaten waren mehrere Arbeitsschritte notwendig. Vor Beginn der Umfrage musste zum einen jeweils für die Untersuchungsgruppen eine Unternehmensdatenbank aufgebaut werden (Abschnitt 4.1.1), und zum anderen mussten sektorübergreifende Fragebogen entwickelt, getestet und umgesetzt werden (4.1.2). Im Anschluss daran musste eine reibungsfreie und benutzerfreundliche Durchführung der Umfrage gewährleistet werden (Abschnitt 4.1.3). Abschließend wurden die Umfragedaten statistisch analysiert (Abschnitt 4.1.4). Diese vier Hauptschritte werden im Folgenden jeweils kurz beschrieben.

4.1.1 Identifizierung der Unternehmen und Umfrageteilnehmer

Da dieses Forschungsvorhaben die Auswirkungen klimapolitischer Instrumente entlang der Wertschöpfungskette untersucht, wurden zur Durchführung der Umfrage Teilnehmer aus sehr unterschiedlichen Unternehmensgruppen – Emissionshandelsteilnehmer und Technologieanbieter – kontaktiert. Somit unterscheidet sich auch das Vorgehen bei der Identifizierung der dem Emissionshandel unterliegenden Unternehmen von dem für die Technologielieferanten.

Die Datenbank für die vom Emissionshandel betroffenen Unternehmen wurde mit Hilfe des „Community Independent Transaction Log“ (CITL), dem europäischen Register der zum Emissionshandel verpflichteten Anlagen, aufgebaut.³⁰ Das Register enthält nach Ländern und Tätigkeitsbereich differenzierte Emissionsdaten, sowie für jede registrierte Anlage den Namen des Unternehmens³¹, von dem sie betrieben wird. Die für die drei untersuchten Sektoren zusammengestellten Unternehmenslisten basieren auf den ent-

³⁰ <http://ec.europa.eu/environment/ets/> (letzter Zugang am 10.5.2010)

³¹ Dies gilt u. a. für Deutschland, nicht aber für alle beteiligten Länder, da sich der Inhalt vom europäischen Register CITL aus den Einträgen der nationalen Register speist.

sprechenden Tätigkeitsbereichen des CITL³². Da der Tätigkeitsbereich 1 des CITL alle Verbrennungsanlagen zusammenfasst unabhängig davon, welche Energieform damit hergestellt wird (z. B. Strom, Wärme) und in welchem Zusammenhang sie genutzt wird, wurden im Falle des Elektrizitätssektors die Daten zusätzlich von nicht relevanten Einträgen bereinigt³³.

Im Gegensatz zu den Emissionshandelsunternehmen sind für die Technologieanbieter, die Produkte in die untersuchten Sektoren liefern, keine vollständigen Unternehmenslisten verfügbar. Daher wurden die relevanten Unternehmen mittels sektorspezifischer Stichwortsuche und Industriecodes in einschlägigen Datenbanken (u. a. Wer liefert Was? Creditreform Markus) identifiziert. Dabei wurden jeweils alle Technologieanbieter mit einbezogen, die Anlagen oder Komponenten für ein Glied in der gesamten Wertschöpfungskette liefern (z. B. von der Halbstoffherzeugung bis zur Aufrollung und Prüfung des Papiers).

Basierend auf diesen Listen wurden die Zentralen aller Unternehmen telefonisch kontaktiert, um zum einen die insgesamt sechs erstellten Unternehmenslisten zu überprüfen und zum anderen den/die richtige(n) Ansprechpartner(in) im jeweiligen Unternehmen und seinen Kontaktdaten zur Durchführung der Umfrage zu ermitteln. Bei Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern wurde dabei nach der Benennung eines Mitglieds aus der Geschäftsleitung gefragt, während bei größeren Unternehmen eine leitende Person mit möglichst umfassendem Einblick in die Fragestellung des Forschungsprojektes identifiziert werden sollte. Basierend auf den Erfahrungen aus den Unternehmensfallstudien und telefonischen Vorgesprächen wurde bei Unternehmen, die dem Emissionshandel unterliegen, nach der Leitung des für Prozessinnovationen relevanten Geschäftsbereich Produktion/Erzeugung/Technik gefragt. Demgegenüber wurde für alle Technologielieferanten die Leiter von Marketing oder Vertrieb ermittelt.³⁴

Da es sich um eine Vollerhebung handelt, wurden alle recherchierten Ansprechpartner zur Teilnahme an der Studie eingeladen: 528 Unternehmen aus dem Stromsektor, 180 aus der Papier- und Zellstoffindustrie sowie 49 aus der Zementbranche. Die konkrete Anzahl der für die einzelnen Sektoren identifizierten Emissionshandelsteilnehmer und Technologieanbieter kann Tabelle 4-1 entnommen werden. Der Aufbau der Unterneh-

³² Für die Untersuchung gab es die folgenden drei relevanten Tätigkeitsbereiche: für Strom die Tätigkeit 1 (Combustion installations with a rated thermal input exceeding 20 MW), für Papier die Tätigkeit 9 (Industrial plants for the production of (a) pulp from timber or other fibrous materials (b) paper and board) und für Zement die Tätigkeit 6 (Installations for the production of cement clinker in rotary kilns or lime in rotary kilns or in other furnaces).

³³ Gelöscht wurden u. a. Industrieanlagen, Krankenhäuser und Universitäten sowie reine Fernwärmeanlagen.

³⁴ Bei denjenigen Unternehmen, die keine Auskunft über zuständige Personen geben wollten, wurde die Geschäftsleitung angeschrieben.

mensdatenbank erfolgte weitestgehend parallel zur inhaltlichen Ausarbeitung und Programmierung des Fragebogens im Vorfeld der Umfrage.

4.1.2 Ausarbeitung und Umsetzung des Fragebogens

Die Ausarbeitung des Fragebogens bestand zum einen aus der Formulierung der Fragen selbst und zum anderen aus der Programmierung der Onlineversion, die mit der Software EFS Survey erfolgte.

Die Entwicklung der konkreten Fragen erfolgte über die Operationalisierung des theoretischen Modells (siehe Kapitel 1) durch entsprechende statistisch messbare Variablen. Soweit wie möglich orientierte sich die Auswahl der Variablen am Oslo Manual, dem Handbuch der OECD zur Innovationsmessung (OECD 2005). Einzelne Fragen und Antworten wurden in Anlehnung an existierende Innovationsbefragungen (u. a. Community Innovation Survey, European Manufacturing Survey) formuliert. Klimapolitische und sektorspezifische Variablen wurden hingegen neu ausgearbeitet (siehe Fragebögen im Anhang).

Die Fragebögen wurden mehrmals von verschiedenen Experten geprüft und außerdem in einer Vorstudie mit Personen aus dem potentiellen Teilnehmerkreis getestet und entsprechend angepasst. Ziel dieses Vorgehens war es, eine hohe Qualität der Befragung sicherzustellen. Nach diesen Testdurchläufen wurde die endgültige Online-Version im November 2009 für die ausgewählten Unternehmen freigeschaltet, deren Antworten die Basis für die statistische Auswertung liefern.

4.1.3 Durchführung der Umfrage

Um möglichst viele potentielle Teilnehmer zu erreichen, orientierte sich die Durchführung der Breitenbefragung an den Leitlinien Dillmans (2006), die auf aktuellen Forschungsergebnissen beruhen und auch in Projekten der OECD angewendet werden (OECD 2007). Wenn Unternehmen die Zielgruppe darstellen, empfiehlt Dillman die Verwendung von Onlineprogrammen, anstelle einer telefonischen oder postalischen Befragung. Dies ermöglicht nicht nur den sicheren Umgang mit vertraulichen Unternehmensdaten, sondern bietet außerdem den höchsten Komfort für die Teilnehmer, da der Zeitpunkt frei gewählt sowie die Beantwortung unterbrochen werden kann und sich der Fragebogenverlauf automatisch an das Unternehmensprofil anpasst.

Darüber hinaus wurden für die Breitenbefragung die Prinzipien von Dillmans „Tailored Design Method“ umgesetzt (Dillman 2006). Diese Methode sieht verschiedene Elemente vor, die nachweislich die Rücklaufquoten erhöhen. Dazu gehören u. a. zeitlich aufeinander abgestimmte und verschiedene Formen der Kontaktaufnahme während des Befragungszeitraumes. Dementsprechend erhielten alle 757 Ansprechpartner der identifizierten Unternehmen zu Beginn der Befragung eine persönliche Einladung per Post mit

einem individuellen Zugangscode zur Teilnahme an der Studie. Wenige Tage nach Zustellung der postalischen Einladung wurden erneut alle Personen zur Umfrage eingeladen, jedoch diesmal per E-Mail mit direktem Link zur Umfrage und ebenfalls dem persönlichen Zugangscode. Diejenigen Kontaktpersonen, die eine Woche später noch nicht mit der Beantwortung des Fragebogens begonnen hatten, wurden wiederum per E-Mail an ihre Möglichkeit, an der Studie teilzunehmen erinnert. Personen, von denen auch 2 Wochen nach der Freischaltung noch keine Antworten eingegangen waren, wurden zusätzlich telefonisch kontaktiert. Auf diesem Wege konnten weitere Teilnehmer gewonnen und Verluste durch fehlgeleitete Briefe oder E-Mails ausgeglichen werden. Kurz vor Abschluss der Studie wurden die Personen, die bisher noch nicht an der Umfrage teilgenommen hatten, ein letztes Mal und wiederum per Email gebeten, sich am Forschungsprojekt zu beteiligen.

Tabelle 4-1: Anzahl der Unternehmen und Antwortverhalten nach Gruppe und Sektoren

Gruppe	Sektor									SUMME		
	Elektrizität			Papier/Zellstoff			Zement					
	eingel.	teilgen.	Quote	eingel.	teilgen.	Quote	eingel.	teilgen.	Quote	eingel.	teilgen.	Quote
EH	201	29	14.4%	92	19	20.7%	15	4	26.7%	308	52	16.9%
TA	327	48	14.7%	88	17	19.3%	34	5	14.7%	449	70	15.6%
SUMME	528	77	14.6%	180	36	20.0%	49	9	18.4%	757	122	16.1%

Insgesamt haben 122 Unternehmen an der Befragung teilgenommen, was einer Rücklaufquote von ca. 16 % entspricht (siehe Tabelle 4-1). Für den Elektrizitätssektor liegen 77 und damit die meisten Antworten vor, wobei die Rücklaufquote in diesem Sektor mit gut 14 % am geringsten ausfiel. Von den Unternehmen der Papier-/Zellstoffbranche sind es hingegen nur 36, die an der Umfrage teilgenommen haben, wobei dies immerhin einer Rücklaufquote von 20 % entspricht. Da aus der Zementbranche insgesamt nur 9 Antworten eingegangen sind, was eine Rücklaufquote von ca. 18 % ergibt, konnten die Antworten aus der Zementbranche aus Gründen der Anonymität und Repräsentativität nicht getrennt statistisch ausgewertet werden. Diese Antworten konnten jedoch zumindest in die sektorübergreifende Überprüfung der Hypothesen einfließen.

4.1.4 Analyse der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Breitenbefragung wurden sowohl getrennt nach Sektoren und Unternehmensgruppen sowie für einige Variablen gemeinsam ausgewertet. Da über die Verteilung der Variablen wenig bekannt ist, wurden vor allem nichtparametrische Tests durchgeführt. Die Signifikanz der Korrelationen von ordinalskalierten Merkmalen wurde mit dem Rangkorrelationskoeffizient nach Kendall-Tau überprüft, da dieser sich auch für nichtparametrische Tests mit kleinen Stichprobengrößen eignet.

Der Mann-Whitney-U Test ist ebenfalls parameterfrei und wurde angewendet, um zu testen, ob die Verteilungen zweier ordinal skalierten Variablen übereinstimmen. Zum Überprüfen zweier kardinalskalierten Variablen wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson verwendet, der im Gegensatz zu den anderen Tests auch die Abstände zwischen den Merkmalsausprägungen berücksichtigt. Die Analysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt. Bei den Prozentangaben können Rundungsfehler von maximal 1 % auftreten. Die Prozentangaben in den Grafiken und im Text beziehen sich immer, wenn nicht explizit anders angegeben, auf die Anzahl der Unternehmen, die auf die jeweilige Frage geantwortet haben. Die entsprechende Stichprobengröße (n) wird jeweils angegeben.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analysen der Umfrageergebnisse zunächst getrennt für Strom und Papier dargestellt. Der abschließende Abschnitt dieses Kapitels enthält die Ergebnisse der Hypothesenprüfung.

4.2 Deskriptive Analyse für den Stromsektor

4.2.1 Umfrageergebnisse für Stromerzeugungsunternehmen

4.2.1.1 Unternehmensstruktur und Produktportfolio

Dieses Kapitel stellt die Eigenschaften der Elektrizitätserzeugungsunternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben (n=29; Rücklaufquote: 14 %), vor und erläutert die wesentlichen Besonderheiten im Branchenvergleich. Neben der Unternehmensstruktur stehen das Erzeugungsportfolio und weitere damit verbundene Eigenschaften im Vordergrund.

Unternehmensstruktur

Die Mehrheit der befragten Unternehmen erwirtschaftete Umsätze von mehr als 50 Mio. Euro und beschäftigte zwischen 50 und 1000 Mitarbeiter im Jahr 2008 (vgl. Abbildung 4-1). Große Unternehmen mit höheren Mitarbeiterzahlen und Umsätzen sind mit einem Anteil von 24 % unter den Umfrageteilnehmern vertreten, wohingegen der Anteil kleiner und sehr kleiner Unternehmen³⁵ bei etwa 10 % liegt. Letztere sind weniger häufig verpflichtet am Emissionshandel teilzunehmen, da nur Betreiber von Feuerungsanlagen mit mehr als 20 MW betroffen sind.

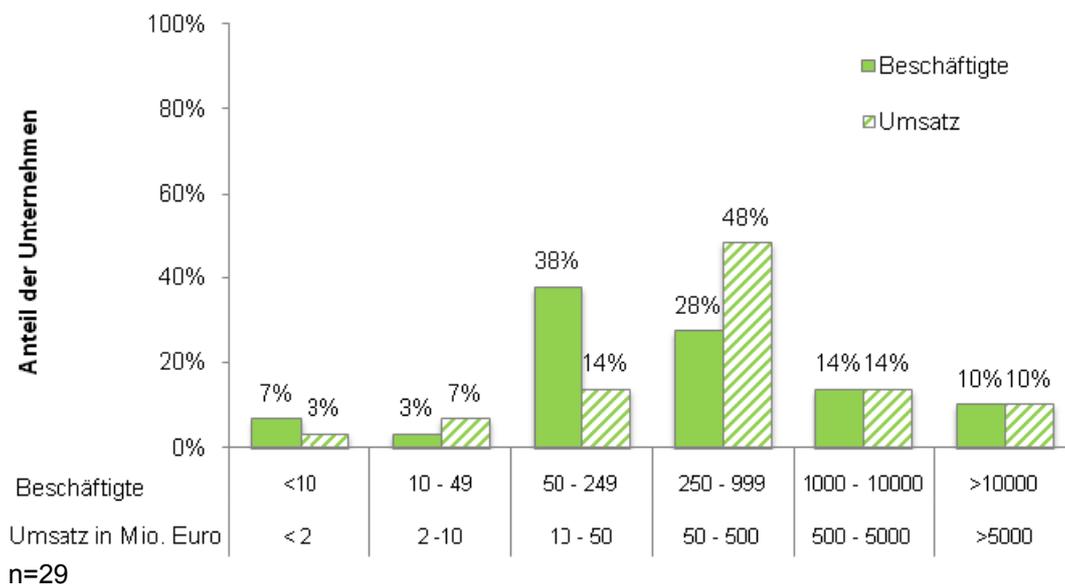
Bezüglich der Umsatzentwicklung ist die Situation der Unternehmen insgesamt als positiv zu bewerten, wobei aktuelle Umsatzeinbußen aufgrund der Wirtschaftskrise auftreten. 77 % der Unternehmen vermerken über den Zeitraum 2005-2009 steigende

³⁵ Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern und 10 Mio. Euro Umsatz

oder stark steigende Umsätze, die übrigen Unternehmen gleichbleibende Umsätze. Durch die Wirtschaftskrise im Jahr 2008 mussten 27 % der befragten Elektrizitätserzeugungsunternehmen Umsatzeinbußen zwischen 6 und 20 % verbuchen. Die Mehrheit der analysierten Unternehmen war jedoch mit Rückgängen von unter 5 % weniger stark betroffen. Etwa 14 % der Unternehmen konnten sogar gar keine Auswirkungen der Wirtschaftskrise auf den Umsatz feststellen.

Die analysierten Unternehmen des Stromsektors erwirtschaften jeweils nur einen Teil ihres Umsatzes mit der Erzeugung von Elektrizität (vgl. Abbildung 4-1). Mehr als zwei Drittel der Unternehmen (69 %) erwirtschaften höchstens 50 % ihres Umsatzes mit Elektrizitätserzeugung.

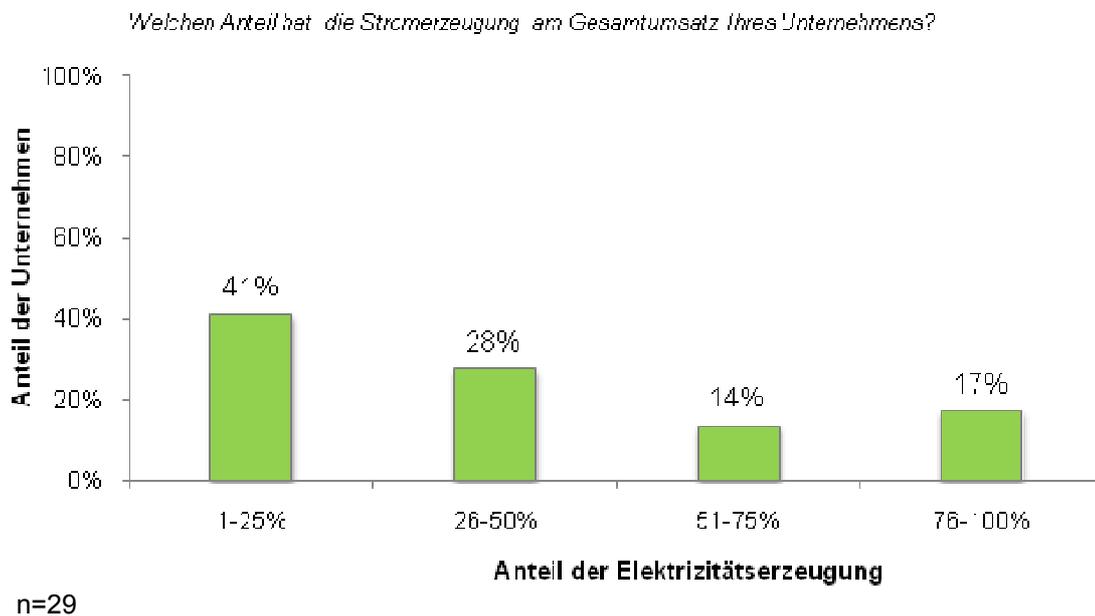
Abbildung 4-1: Umsatz und Beschäftigte des Stromsektors im Jahr 2008



Die eher geringe Bedeutung der Elektrizitätserzeugung für den Umsatz ist auf einen hohen Anteil kommunaler Unternehmen unter den Teilnehmern der Umfrage zurückzuführen, wie es die Ergebnisse zu den Besitzverhältnissen bestätigen. Bezüglich der Eigentümerstruktur gaben 55 % der Unternehmen an, sich mehrheitlich in öffentlicher Hand zu befinden. Häufig bieten solche kommunalen Versorgungsunternehmen ihren Kunden neben Strom auch Wärme, Gas oder andere Dienstleistungen an. Nur wenige Unternehmen (17 %) gehören einer Unternehmensgruppe mit Sitz im europäischen Ausland an³⁶, während alle anderen Unternehmen und Muttergesellschaften ihren Hauptsitz in Deutschland haben. Alle Tochterunternehmen beurteilen den Einfluss der Muttergesellschaft auf ihre Investitionsentscheidungen als wichtig oder sehr wichtig.

³⁶ Nur ein Unternehmen hat seinen Hauptsitz außerhalb der Europäischen Union.

Abbildung 4-2: Anteil der Elektrizitätserzeugung am Gesamtumsatz im Jahr 2008



Portfolio und Elektrizitätserzeugung

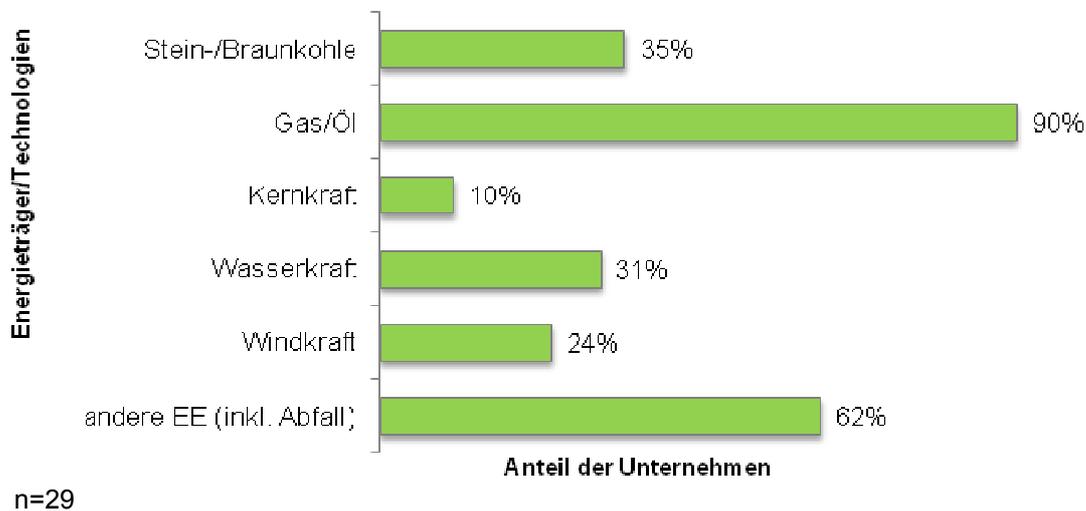
Die Elektrizitätserzeugungsunternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben, wurden befragt, aus welchen der folgenden Energieträgern und Technologien sich das Erzeugungsportfolio im Jahr 2008 zusammengesetzt hat:

- Stein-/Braunkohle
- Gas/Öl
- Kernkraft
- Wasserkraft
- Windenergie
- Andere erneuerbare Energieträger (inkl. Abfall).

Wie Abbildung 4-3 zeigt, befinden sich Gas / Öl bei fast allen Unternehmen als Energieträger im Erzeugungsportfolio, während Stein- oder Braunkohle nur von 35 % der Unternehmen verwendet wird. Wasser- oder Windkraft wird von der Hälfte, andere erneuerbare Energieträger (inkl. Abfall) von mehr als 60 % der befragten Unternehmen zur Stromerzeugung genutzt.

Abbildung 4-3: Häufigkeit der Energieträger bzw. Technologien

Welche der folgenden Energieträger bzw. Technologien befinden sich im Erzeugungsportfolio Ihres Unternehmens? (Mehrfachnennung möglich)

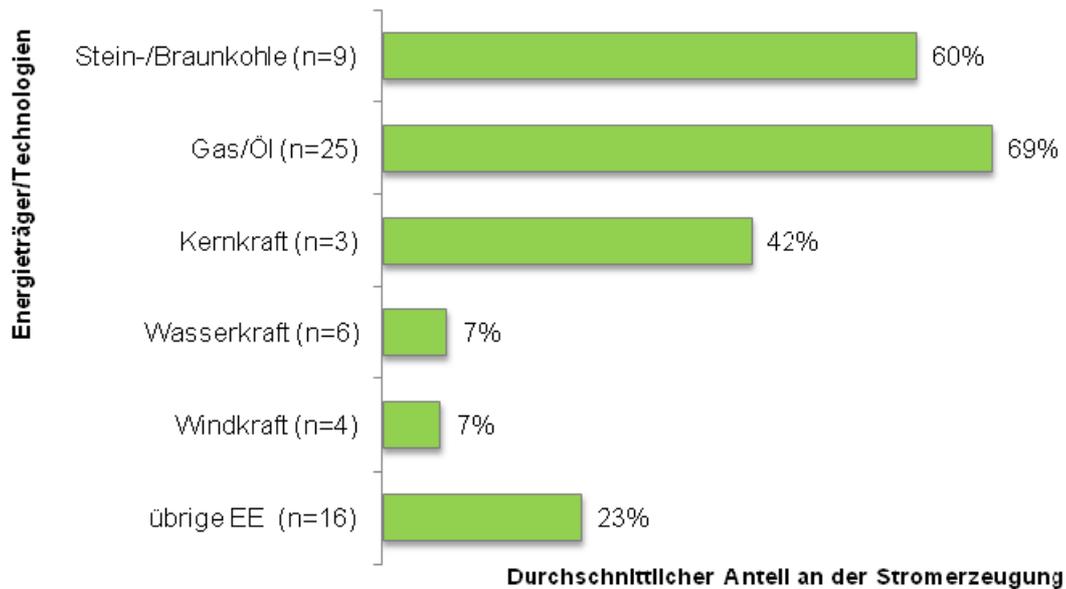


Die Mehrheit der Unternehmen besitzt zwischen zwei und sechs verschiedene Energieträger und Technologien im Portfolio, so dass zur Einschätzung der jeweiligen Bedeutung neben der Häufigkeit auch die durchschnittlichen Anteile am Portfolio entscheidend sind (vgl. Abbildung 4-4). Kernenergie wird beispielsweise nur von 10 % der befragten Unternehmen genutzt, allerdings mit einem Anteil von durchschnittlich 42 % an der Stromerzeugung und ist damit aus Sicht dieser Unternehmen durchaus bedeutsam. Unter den analysierten Antworten haben andere erneuerbare Energien eine deutlich größere Häufigkeit als Stein-/Braunkohle. Ihr durchschnittlicher Anteil am Erzeugungsportfolio liegt mit 23 % im Schnitt aber wesentlich niedriger als der von Stein-/Braunkohle mit 60 %.

Die absolute Bedeutung der Energieträger und Technologien lässt sich mit Hilfe der jeweiligen Angaben zur Elektrizitätserzeugungskapazität der einzelnen Unternehmen ermitteln. Abbildung 4-5 stellt die Nettostromerzeugungskapazität der befragten Unternehmen im Jahr 2008 der bundesweiten Bruttostromerzeugungskapazität im Jahr 2007 gegenüber. Die befragten Unternehmen haben eine elektrische Nettoleistung von insgesamt ca. 133 GW, wobei mehr als 70 % davon auf die fossilen Energieträger Kohle, Öl und Gas entfällt. Kernkraft hat mit etwa 21 % eine wesentlich größere Bedeutung unter den befragten Unternehmen als erneuerbare Energien mit einem Anteil von gut 5 %.

Abbildung 4-4: Durchschnittlicher Portfolioanteil der Energieträger bzw. Technologien

Wie teilten sich die Energieträger bzw. Technologien auf Ihre Elektrizitätserzeugung im Jahr 2008 auf?

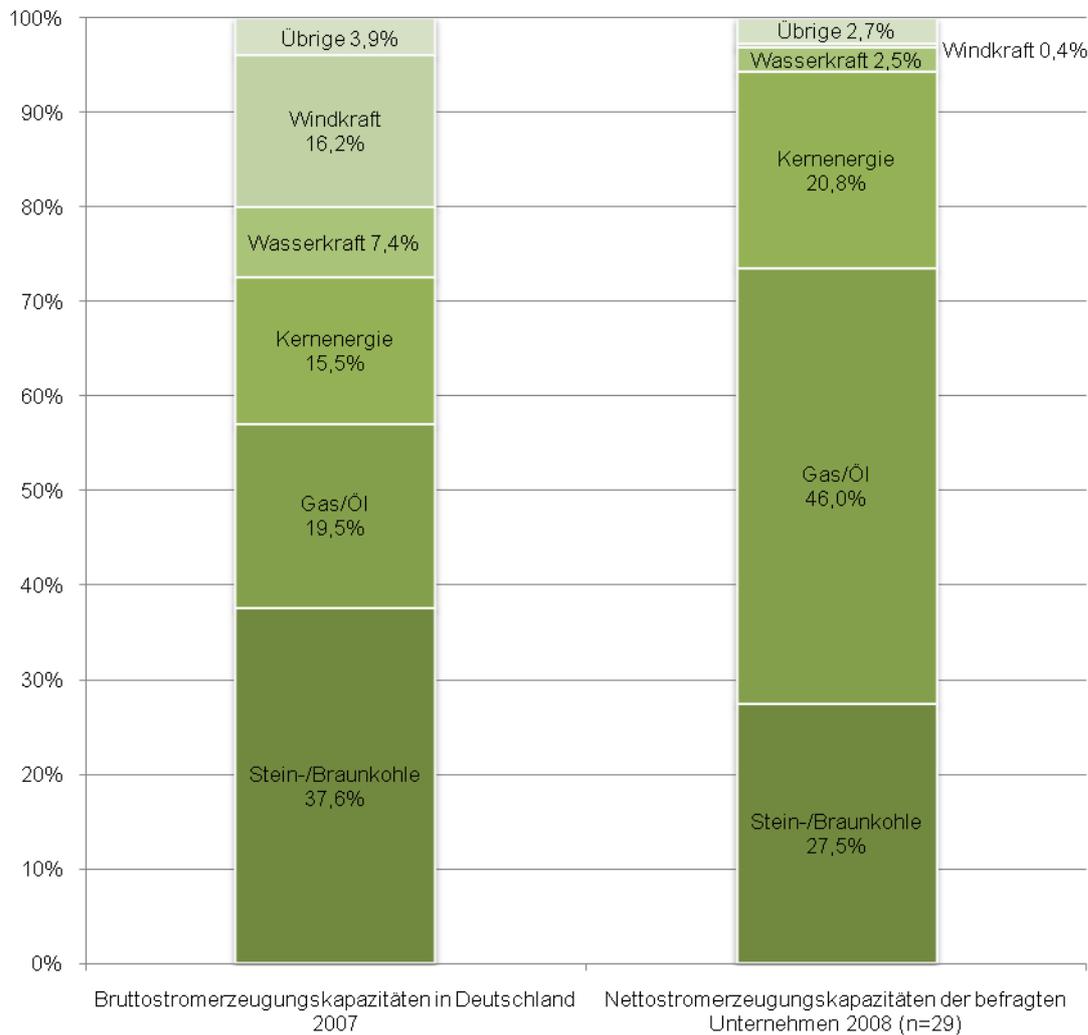


Im Verhältnis zu den bundesweiten Zahlen (Statistisches Bundesamt 2009) zur Bruttostromerzeugungskapazität im Jahr 2007³⁷, sind Gas und Öl, sowie Kernkraft bei den Unternehmen der Studie von vergleichsweise hoher Bedeutung. Erneuerbare Energien hingegen sind zwar bei vielen Unternehmen der Studie vertreten, fallen aber bezüglich der gestellten Kapazität kaum ins Gewicht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Fokus der Studie nur solche Unternehmen liegen, die unter den Emissionshandel fallen und damit mindestens eine Feuerungsanlage von mehr als 20 MW betreiben. Bei der Auswahl der Studienteilnehmer wurden daher Unternehmen, deren Elektrizitätserzeugung beispielsweise nur aus Windkraft besteht, nicht berücksichtigt.

Unabhängig vom Energieträger nutzen viele der analysierten Unternehmen die Technologie der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Abbildung 4-6 verdeutlicht die hohe Bedeutung von KWK unter den Unternehmen, die an der Studie teilgenommen haben. Jedes befragte Unternehmen nutzt diese Technologie und bei 52 % der Unternehmen wird sogar mehr als Dreiviertel des Stroms von KWK-Anlagen erzeugt.

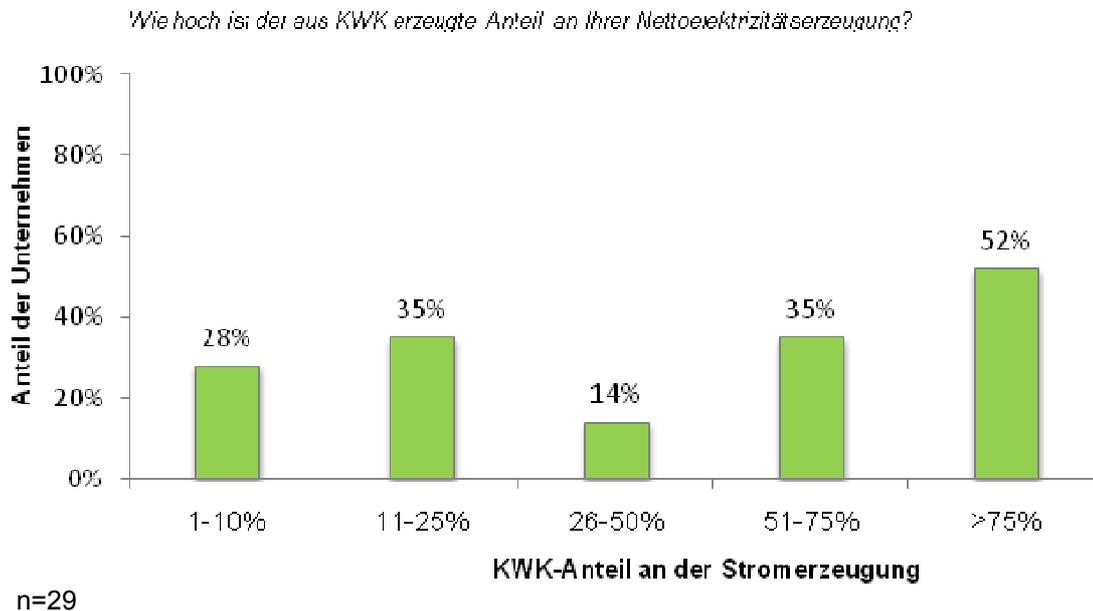
³⁷ Aufgrund der unterschiedlichen Datenbasis ist kein direkter Vergleich möglich.

Abbildung 4-5: Stromerzeugungskapazitäten nach Energieträgern von Deutschland insgesamt (links) und von den befragten Unternehmen (rechts)



Quelle: Zahlen aus Statistisches Bundesamt 2009

Der über Klassenmittelpunkte ermittelte durchschnittliche KWK-Anteil unter den Umfrageunternehmen liegt bei etwa 55 %. Durch Gewichtung der einzelnen Anteile mit Hilfe der Kapazitätsangaben ergibt sich für die KWK-Anlagen eine installierte elektrische Nettoleistung von insgesamt 53 GW. Daraus ergibt sich ein KWK-Anteil von etwa 40 % der Gesamtkapazität der befragten Unternehmen, der deutlich höher ausfällt als im bundesweiten Vergleich. Im Jahr 2008 betrug der Anteil des Stroms, der in Deutschland von KWK-Anlagen erzeugt wurde, lediglich 12,5 % der Gesamtstrommenge (EUROSTAT 2010). Im Rahmen der Studie ist der verhältnismäßig hohe KWK-Anteil jedoch nicht ungewöhnlich, da zu den Teilnehmern viele Unternehmen der öffentlichen Hand zählen, die schwerpunktmäßig Gas nutzen und einen relativ hohen KWK-Anteil aufweisen.

Abbildung 4-6: KWK-Anteile an der Stromerzeugung der befragten Unternehmen³⁸

Die Zusammensetzung des Technologieportfolios bestimmt weitere entscheidende Unternehmenscharakteristiken, wie die Kostenstruktur (vgl. Abbildung 4-7) und CO₂-Intensität der Elektrizitätserzeugung. Der durchschnittliche Brennstoffkostenanteil der befragten Unternehmen beträgt etwa 30 %, wobei die Anteile je nach Unternehmen zwischen weniger als 5 und mehr als 50 % variieren.

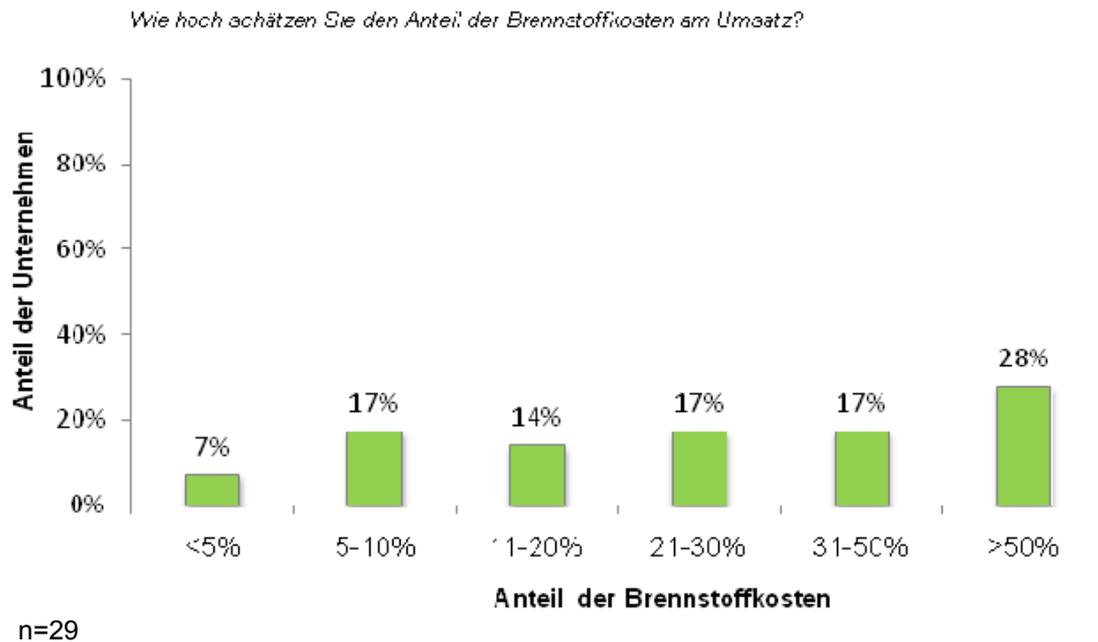
Bei 28 % der Studienteilnehmer haben die Brennstoffkosten einen Anteil von mehr als 50 % des Gesamtumsatzes, was auf die hohe Bedeutung von Gas als Energieträger unter den befragten Unternehmen zurückgeführt werden kann, wobei dies allerdings nicht statistisch nachgewiesen werden kann³⁹.

Je nach Anteil der einzelnen Energieträger bzw. Technologien im Portfolio ist die CO₂-Intensität der Stromerzeugung eines Unternehmens unterschiedlich hoch, somit variieren die Angaben der Unternehmen (n=21) zwischen 18 und 1000 kg CO₂/MWh. Erwartungsgemäß korreliert die CO₂-Intensität positiv signifikant mit dem Stein-/Braunkohleanteil im Erzeugungsportfolio (p=0,006), mit dem Anteil von Gas/Öl, Kernkraft und Wasserkraft hingegen negativ. Die durchschnittliche CO₂-Intensität der Elektrizitätserzeugung liegt bei etwa 460 kg CO₂/MWh bei den befragten Unternehmen und damit unter dem Bundesdurchschnitt von 570 kg CO₂/MWh (UBA 2010).

³⁸ Die Stichprobengröße n beträgt hier 29, da alle Umfrageteilnehmer KWK nutzen und somit diese Frage beantwortet haben.

³⁹ Lediglich die Höhe des Anteils erneuerbarer Energien korreliert negativ mit der Höhe des Brennstoffkostenanteils, wenn auch mit geringer Signifikanz (p=0,074 nach Kendall-Tau).

Abbildung 4-7: Anteil der Brennstoffkosten am Umsatz



4.2.1.2 Geschäftsumfeld und Auswirkungen von Klimaregulierungen

In diesem Kapitel wird der Einfluss von Veränderungen des Geschäftsumfeldes auf die Unternehmen untersucht. Dabei wird betrachtet, wie der Stromsektor einerseits von den umweltpolitischen Maßnahmen der letzten Jahre und andererseits von den Entwicklungen auf den Rohstoff- und Energiemärkten betroffen war und wie die Unternehmen die Auswirkungen bewerten.

4.2.1.2.1 Marktpreise und politische Rahmenbedingungen

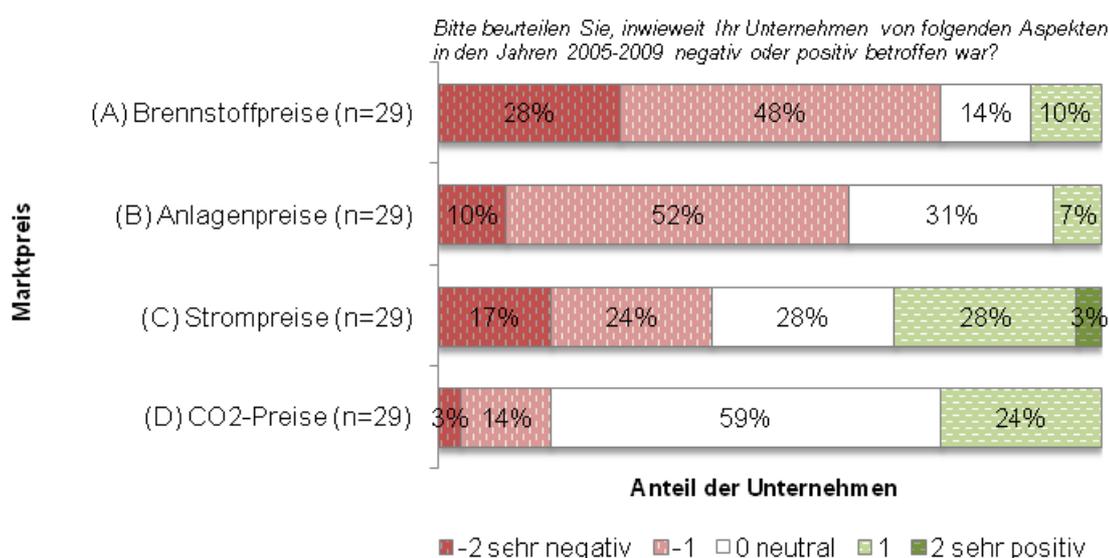
Die Ertragslage des Stromsektors wird im Wesentlichen durch die Entwicklung von Brennstoff- und Anlagenpreisen auf der Kostenseite und des Strompreises auf der Erlösseite bestimmt. Der CO₂-Preis kann je nach Situation des Unternehmens sowohl zu Einnahmen als auch zu Ausgaben führen. Abbildung 4-8 zeigt, wie stark die Unternehmen von der Veränderung folgender Marktpreise betroffen waren:

- (A) Brennstoffpreise
- (B) Anlagenpreise
- (C) Strompreise
- (D) CO₂-Preise

Erwartungsgemäß waren die Unternehmen in den Jahren 2005-2009 negativ von der Entwicklung der Brennstoff- und der Anlagenpreise betroffen, wohingegen die Strom- und CO₂-Preisentwicklung teilweise positive Auswirkungen aufzeigten.

Die Entwicklung der Brennstoffpreise bewerteten Dreiviertel der Unternehmen (76 %) als negativ, was im Wesentlichen auf den Anstieg des Gas- bzw. Ölpreises im angegebenen Zeitraum zurückgeführt werden kann. Gas/Öl ist bei vielen Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben, ein wichtiger Energieträger im Erzeugungsportfolio, so dass der starke Preisanstieg im Jahr 2007 sich besonders stark ausgewirkt haben dürfte. Dieser Zusammenhang ist statistisch signifikant ($p=0,035^{40}$), denn je höher der Anteil von Gas/Öl im aktuellen Erzeugungsportfolio, desto stärker ist die negative Betroffenheit von der Entwicklung der Brennstoffpreise.

Abbildung 4-8: Betroffenheit von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise



Ebenfalls als negativ bewerten 62 % der Unternehmen ihre Betroffenheit durch die Entwicklung der Anlagenpreise und zwar unabhängig von spezifischen Unternehmenseigenschaften. Statistisch ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße oder Portfoliozusammensetzung und der Betroffenheit von Anlagenpreisen nachweisbar, so dass davon ausgegangen werden kann, dass alle Unternehmen gleichermaßen von dieser Marktpreisentwicklung betroffen waren.

Die Auswirkung der Strompreisentwicklung auf die Ertragslage im Stromsektor unterliegt hingegen einer gemischten Beurteilung durch die Unternehmen. Während 31 % der Umfrageteilnehmer angaben, überwiegend positiv betroffen zu sein, schätzten 41 % die Auswirkungen als negativ ein. Letzteres könnte auf den Preisrückgang und damit sinkende Einnahmen im Jahr 2008 zurückgeführt werden, auch wenn der Strom-

⁴⁰ Nach Kendall-Tau: Betroffenheit von Brennstoffpreis aus Abbildung 4-8 wurde in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe A=negative Betroffenheit (-2, -1) und Gruppe B=neutrale oder positive Betroffenheit (0, 1, 2).

preis seit 2005 insgesamt gestiegen ist (EUROSTAT 2009). Offensichtlich beurteilen die Unternehmen Preisschwankungen über einen Fünfjahreszeitraum sehr unterschiedlich. Ein Zusammenhang zwischen dem Anteil des Umsatzes, der auf die Stromerzeugung fällt, und der Betroffenheit konnte statistisch nicht festgestellt werden ($p=0,1741$).

Im Gegensatz zu den anderen Marktpreisen wird der Einfluss der Entwicklung des CO₂-Preises von der Mehrheit der Unternehmen (59 %) als neutral bewertet. Dies könnte zum einen daran liegen, dass es relativ starke CO₂-Preisschwankungen gab und zum anderen daran, dass das Preisniveau bisher eher niedrig war. Außerdem hängt die Betroffenheit eines Unternehmens von der CO₂-Preisentwicklung möglicherweise von der Anfangsausstattung mit Emissionsrechten ab. Immerhin 24 % der Unternehmen beurteilen ihre Betroffenheit positiv, so dass ein Zusammenhang mit einer anfänglichen Überausstattung an Zertifikaten vermutet werden kann. Die erhobenen Daten zeigen dies bezüglich keine statistisch signifikante Korrelation und wurden daher mit Hilfe der folgenden Kreuztabelle (vgl. Tabelle 4-2) genauer untersucht.

Tabelle 4-2: Kreuztabelle Betroffenheit CO₂-Preis und Bewertung der kostenlosen Anfangsausstattung der Emissionsrechte in 1. Handelsperiode

		Anfangsausstattung in der ersten Handelsperiode (2005-2007)			Gesamt
		Unterausstattung	ca. wie Emissionen	Überausstattung	
Betroffenheit vom CO ₂ -Preis	negativ	10 %	10 %	3 %	21 %
	neutral	7 %	21 %	28 %	55 %
	positiv	10 %	3 %	10 %	24 %
Gesamt		21 %	34 %	41 %	100 %

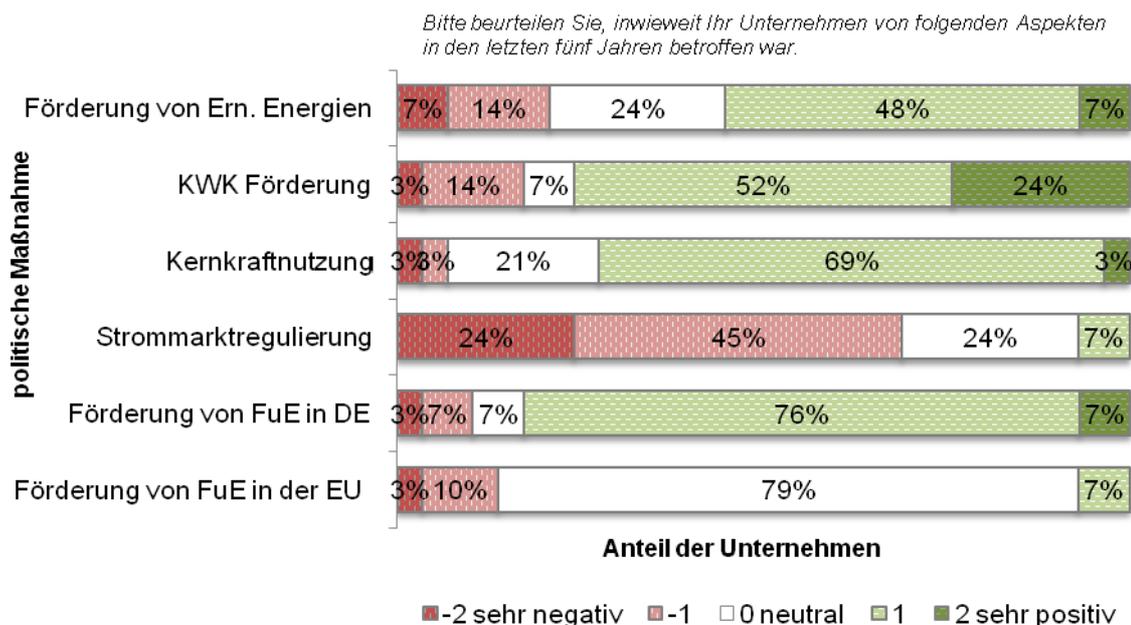
n=29

Wie zu erwarten, bewerteten nur sehr wenige Unternehmen, die mehr Zertifikate zur Verfügung gestellt bekamen als sie benötigten, die Entwicklung des CO₂-Preises als negativ. Andererseits traten Unter- und Überausstattung in der ersten Handelsperiode (2005-2007) bei den Umfrageteilnehmern, die sich als positiv von der CO₂-Preisentwicklung betroffen sehen, in gleichem Maße auf. Damit ist das Antwortverhalten der Unternehmen des Stromsektors nicht eindeutig, was die insgesamt geringe Bedeutung des CO₂-Preises unterstreicht.

⁴¹ Nach Kendall-Tau: Betroffenheit von Strompreis aus Abbildung 4-8 wurde in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe A=negative Betroffenheit (-2, -1) und Gruppe B=neutrale oder positive Betroffenheit (0, 1, 2).

Neben dem wirtschaftlichen Geschäftsumfeld wurden im Rahmen der Umfrage auch die Auswirkungen der politischen Rahmenbedingungen auf den Stromsektor im Zeitraum 2005-2009 untersucht. Abbildung 4-9 fasst die empirischen Ergebnisse bezüglich der für den Stromsektor relevanten Politikinstrumente zusammen.

Abbildung 4-9: Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen



n=29

In Deutschland garantiert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) den Betreibern der unter dem Gesetz geförderten Anlagen einen festen Vergütungssatz. Aufgrund der häufigen Verwendung erneuerbarer Energien unter den Umfrageteilnehmern können erwartungsgemäß viele Unternehmen (55 %) von der Förderung entsprechender Energieträger und Technologien profitieren. Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) fördert, in ähnlicher Weise wie das EEG, die Erhaltung und Modernisierung dieser Technologie in Deutschland. Mit einem Anteil von 66 % haben die Unternehmen den Einfluss der KWK Förderung deutlich positiver bewertet, was im Zusammenhang mit der überdurchschnittlich hohen Bedeutung dieser Technologie für die Elektrizitätserzeugungsunternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben, steht.

Ebenfalls positiv wirken sich die Förderung von Forschung und Entwicklung in Deutschland auf den Stromsektor aus: 83 % der Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen, gaben an positiv von entsprechenden politischen Maßnahmen betroffen gewesen zu sein. Maßnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung auf europäischer Ebene haben hingegen nahezu keine Wirkung auf die untersuchten Unternehmen. Eine genauere Betrachtung der erhobenen Daten ergab, dass von Maßnah-

men auf europäischer Ebene lediglich Unternehmen mit mehr als 500 Mio. Eur. Umsatz profitiert haben.

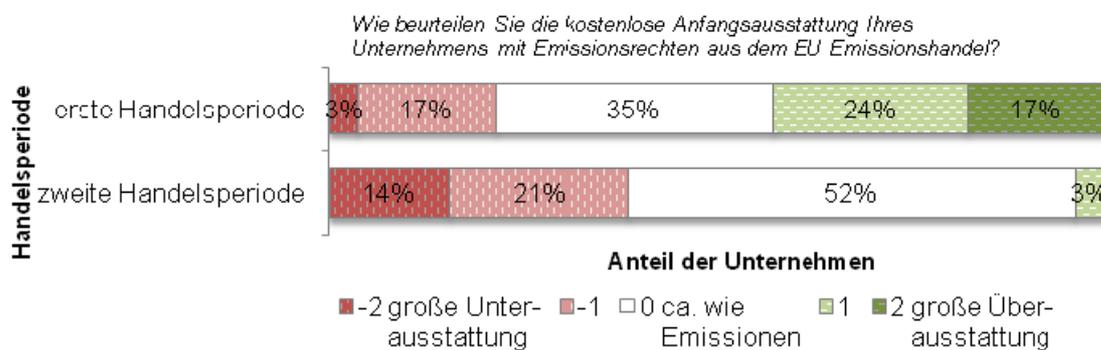
Da nur drei der befragten Unternehmen Kernkraft als Technologie zur Elektrizitätserzeugung nutzen, fallen die negativen Beurteilungen für den Zeitraum 2005-2009 bezüglich der Rahmenbedingungen für Kernkraftnutzung gering aus. Interessanterweise bewerten die übrigen Unternehmen, die keine Kernkraft nutzen, ihre Betroffenheit überwiegend positiv (72 %) und nur zu einem geringen Teil neutral (21 %).

Einzig die Strommarktregulierung wird von der Mehrheit der Unternehmen (69 %) als negativ beurteilt, was auf die hohe Betroffenheit der Unternehmen von der Liberalisierung der Märkte und konkrete Anforderungen wie etwa das Unbundling zurückgeführt werden kann.

4.2.1.2.2 Betroffenheit von klimapolitischen Regulierungen

Das Verhältnis der CO₂-Emissionen und der kostenlosen Anfangsausstattung an Emissionsrechten, die den Anlagenbetreibern des Stromsektors in den ersten beiden Handelsperioden zugeteilt wurde, kann als Indikator für die Betroffenheit eines einzelnen Unternehmens durch den Emissionshandel verwendet werden. Abbildung 4-10 stellt die entsprechenden Umfrageergebnisse des Stromsektors dar und verdeutlicht die unterschiedliche Bewertung der beiden Handelsperioden. Gegenüber der ersten Phase des Emissionshandels (2005-2007), die insgesamt von einer starken Überausstattung geprägt war, sind die analysierten Elektrizitätserzeuger in der zweiten und aktuellen Phase (2008-2012) mehrheitlich von einer ausreichenden bis mangelnden Ausstattung betroffen.

Abbildung 4-10: Bewertung der Anfangsausstattung der Unternehmen mit CO₂-Zertifikaten



Für die erste Handelsperiode gaben 20 % der befragten Unternehmen an, von einer Minderausstattung mit Emissionsrechten betroffen gewesen zu sein, und waren so gezwungen, Emissionsminderungen durchzuführen oder Zertifikate zu kaufen. Demge-

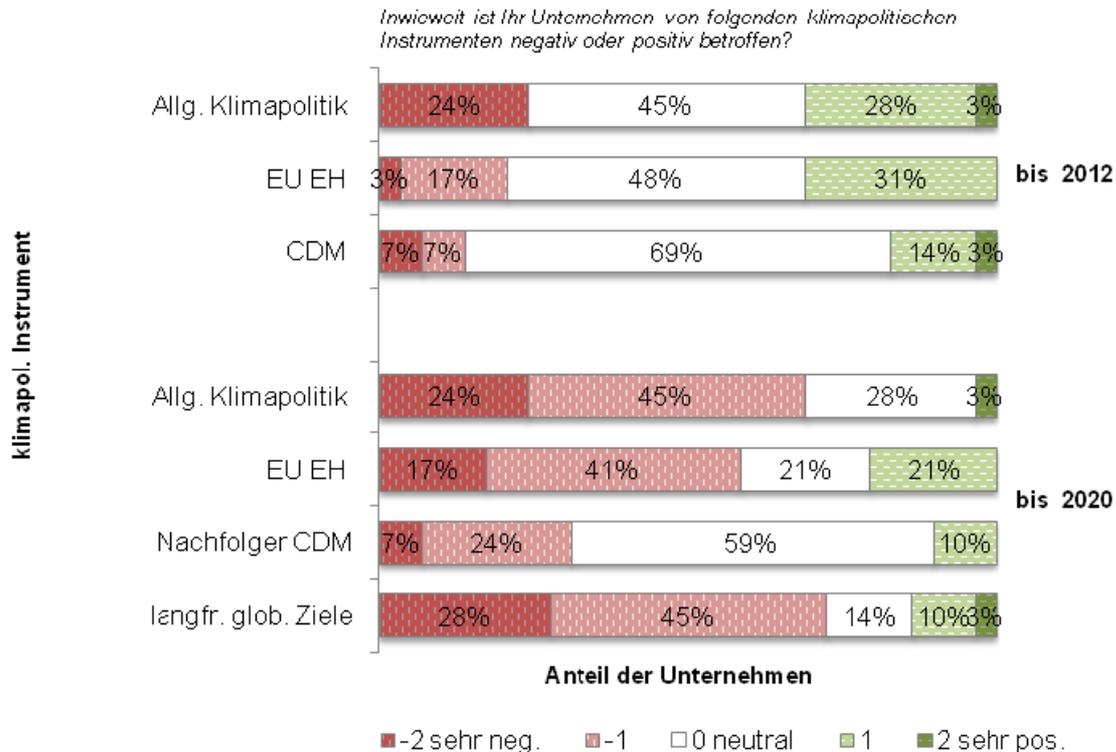
genüber berichteten 41 % der Unternehmen, mehr Emissionsberechtigungen als sie benötigen, erhalten zu haben. Berechnungen der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) ergaben ohne Ex-Post-Korrektur⁴² für die Anlagen der Tätigkeitsbereiche I-V, zu denen Energieumwandlungsanlagen zählen, eine durchschnittliche Mehrausstattung an Emissionsrechten im Vergleich zu den Emissionen von etwa 4 % für die gesamte erste Handelsperiode (DEHSt 2009b).

In der zweiten Handelsperiode spielt die Überausstattung nahezu keine Rolle mehr, da nur eines der befragten Unternehmen mehr Zertifikate erhielt, als es benötigte, was auf Änderungen der Zuteilungsregelungen im Vergleich zur ersten Handelsperiode zurückzuführen ist. Demnach erhalten die Anlagen des Stromsektors wegen der erstmaligen breiten Anwendung von so genannten Benchmarks – brennstoffbezogene Emissionsstandards, die sich an den besten verfügbaren Techniken orientieren – aber auch wegen verschiedener Kürzungen im Vergleich zu den historischen Emissionen eine geringere kostenlose Zuteilung in der aktuellen Handelsperiode als in der ersten Handelsperiode (DEHSt 2009a). Dies zeigt sich auch durch eine deutliche Zunahme des Anteils der Unternehmen, die in der zweiten Handelsphase von einer Unterausstattung betroffen sind. Die Bewertung der Ausstattung in der ersten Handelsperiode korreliert positiv mit der Bewertung in der zweiten Handelsperiode. Hier konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang nach Kendall-Tau festgestellt werden ($p=0,001$). Daraus geht hervor, dass viele der Unternehmen mit Überausstattung in der ersten Phase, nun etwa ausreichend Zertifikate besitzen, während solche mit ursprünglich gerade ausreichender Ausstattung nun über weniger Emissionsrechte verfügen als sie benötigen.

Im Folgenden werden die kurzfristigen (2005-2012) und die langfristigen (2012-2020) Auswirkungen der Klimapolitik im Allgemeinen und den klimapolitischen Instrumenten, insbesondere des Emissionshandels, auf die Erzeugungsunternehmen im Stromsektor untersucht. Aus den entsprechenden Umfrageergebnissen (vgl. Abbildung 4-11) geht hervor, dass die Unternehmen ihre Betroffenheit bis zum Jahr 2012 eher ausgewogen beurteilen, während der Anteil der Unternehmen, die negative Auswirkungen der Klimapolitik erwarten bei einer Betrachtung bis zum Jahr 2020 deutlich höher liegt. Bei dem kurzfristigen Betrachtungshorizont (2005-2012) gaben nur 24 % der Unternehmen an, negativ durch die Klimapolitik im Allgemeinen betroffen zu sein, langfristig gesehen schätzt dies aber die Mehrheit der Unternehmen (69 %) so ein. Ebenso zeigen dies die Umfrageergebnisse für die einzelnen klimapolitischen Instrumente, da jeweils die Anteile der negativ betroffenen Unternehmen für den längeren Betrachtungshorizont zunehmen.

⁴² Die Ex-Post-Korrektur wirkte auf die Zuteilungen nach §7 Abs.12 (Benchmark) und § 14 (Eigenstromerzeugung in KWK).

Abbildung 4-11: Betroffenheit des Stromsektors von bestimmten klimapolitischen Instrumenten



n=29

Erwartungsgemäß korrelieren jeweils die Einschätzungen zwischen dem kurz- und dem langfristigen Betrachtungshorizont mit einer statistischen Signifikanz (p-Werte zwischen 0,001 und 0,009⁴³), wobei der Zusammenhang bei der Einschätzung des Emissionshandels am stärksten ausgeprägt ist.

Auffällig ist, dass stets ein Anteil der Unternehmen, die eigene Betroffenheit von klimapolitischen Instrumenten als positiv oder sehr positive beurteilt. Zwar wird dieser Anteil in der langfristigen Betrachtung geringer, doch schätzen im Schnitt immer noch etwa 10 % der befragten Elektrizitätserzeugungsunternehmen ihre Situation bis zum Jahr 2020 als positiv ein. Ein Einfluss der Zusammensetzung des jeweiligen unternehmensspezifischen Erzeugungsportfolios, z. B. durch einen geringen Anteil von Stein-/Braunkohle, auf eine positive Beurteilung liegt nahe, konnte jedoch nicht statistisch nachgewiesen werden⁴⁴.

⁴³ Jeweils nach Kendall-Tau: Betroffenheit von klimapolitischem Instrument wurde in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe A=negative Betroffenheit (-2, -1) und Gruppe B=neutrale oder positive Betroffenheit (0, 1, 2).

⁴⁴ Aufgrund der vielen verschiedenen Energieträger bzw. Technologien sind für solche Berechnungen wesentlich höhere Fallzahlen notwendig.

Bei dem kurzfristigen Betrachtungshorizont (2005-2012) stufen die meisten Unternehmen (69 %) ihre Betroffenheit vom Clean Development Mechanism (CDM) als neutral ein, was mit der insgesamt geringen Nutzung dieses Instruments zusammenhängt. Die 17 % der Unternehmen, welche den CDM als positiv bewertet haben, sicherten sich Zertifikate aus CDM-Projekten und konnten so von einem niedrigeren Zertifikatspreis profitieren. Gemessen am Umsatz, der Mitarbeiterzahl und der installierter Erzeugungskapazität haben von den Umfrageteilnehmern nur die großen Unternehmen diesen Mechanismus in Anspruch genommen.

Der EU-Emissionshandel wird von knapp der Hälfte der Unternehmen (48 %) als neutral bewertet. Dieser Anteil ist zwar geringer als im Fall des CDM, doch wesentlich ausschlaggebender, da die Datenerhebung ausschließlich unter Emissionshandelsnehmern durchgeführt wurde. Insgesamt sind mehr Unternehmen positiv als negativ vom Emissionshandel betroffen, wobei dies im Zusammenhang mit den Angaben zur kostenlosen Anfangsausstattung an Zertifikaten steht. Die empirischen Daten zeigen eine positive, statistisch signifikante Korrelation ($p=0,047$)⁴⁵. Dies ist zu erwarten, da bei einer Überallokation nicht nur keine direkten Kosten für die Unternehmen entstehen, sondern sie auch noch die Möglichkeit haben, die nicht benötigten Zertifikate gewinnbringend zu veräußern.

Weiter besteht eine positive Korrelation zwischen der Betroffenheit des Emissionshandels und der Veränderung der relativen Marktposition (durch Klimapolitik hervorgerufen). Erwartungsgemäß besteht hier ein signifikanter Zusammenhang nach Kendall Tau ($p=0,008$). So bewerten die Firmen die Betroffenheit vom Emissionshandel als positiv, die auch davon ausgehen, dass sich durch den Emissionshandel ihre relative Marktposition verbessert hat bzw. wird.

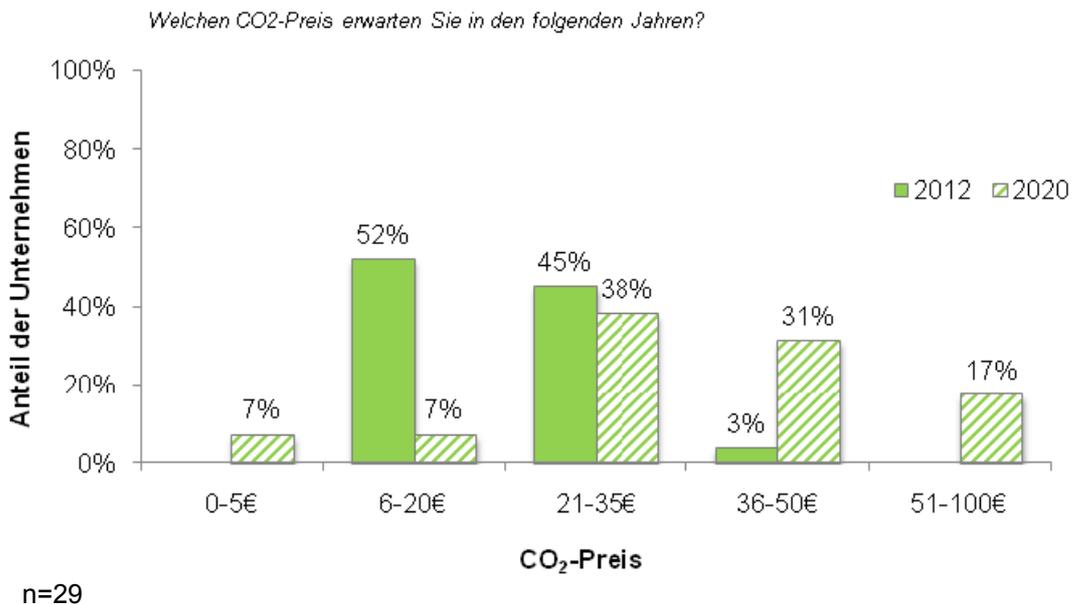
Bei einem langfristigen Betrachtungshorizont (2013-2020) wurden neben dem EH und dem Nachfolgemechanismus des CDM zusätzlich noch die Auswirkungen von langfristigen globalen Reduktionszielen für Treibhausgase untersucht. Diejenigen Unternehmen, die sich in der Vergangenheit bereits Zertifikate aus dem CDM gesichert haben, schätzen auch auf lange Sicht ihre Betroffenheit von potentiellen Nachfolgemechanismen als überwiegend positiv ein, wenn auch weniger optimistisch. Die allgemeine Klimapolitik wurde von 69 %, der Emissionshandel von 58 % und die langfristigen globalen Reduktionsziele sogar von 73 % der Unternehmen als negativ beurteilt. Offensichtlich rechnet die Mehrheit der Unternehmen auf lange Sicht nicht nur für den EU-EH mit einer Verschärfung in der dritten Handelsperiode. Bezüglich des Emissionshandels stufen nur noch 21 % der Umfrageteilnehmer den EU-EH als neutral ein, was vor dem

45 Nach Kendall-Tau

Hintergrund der Einführung der vollständigen Auktionierung und dem sinkenden Emissionsbudget zu sehen ist.

Des Weiteren gehen die Unternehmen von einem starken Anstieg des CO₂-Preises aus (vgl. Abbildung 4-12). Für das Jahr 2012 erwarten 52 % der Unternehmen einen Preis von 6–20€ und weitere 45 % gehen sogar von 21–35€ pro Tonne CO₂ aus. Daneben sind die Preiserwartungen für 2020, dem letzten Jahr der dritten Handelsperiode mit Schätzungen in der Spanne zwischen 0–100€ weniger genau. Der Anteil der Unternehmen, die mit Preisen von mehr als 20€ rechnen, nimmt jedoch deutlich zu, wobei sogar 17 % der Unternehmen mit einem Preis von mehr als 50€ rechnen. Aus diesen empirischen Daten ergibt sich ein durchschnittlicher erwarteter CO₂-Preis von 21€ pro Tonne CO₂ im Jahr 2012 und 38€ im Jahr 2020.

Abbildung 4-12: Erwartete CO₂-Preisentwicklung im Stromsektor

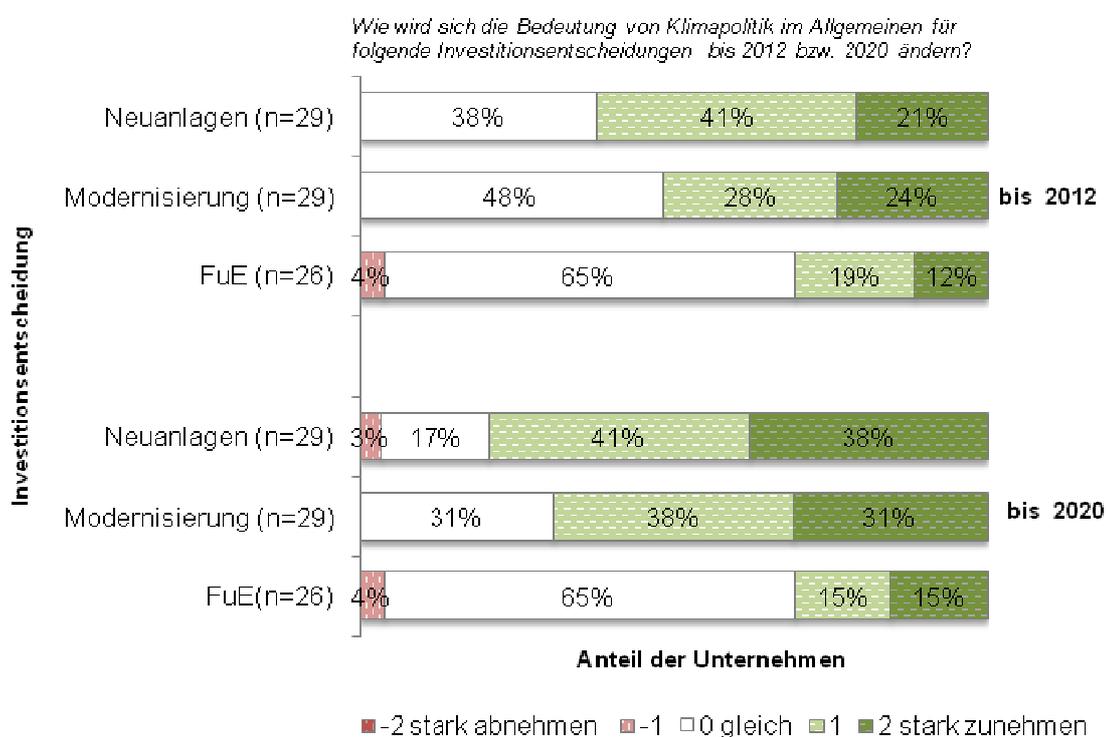


Betrachtet man die Veränderung der relativen Marktposition im kurzfristigen Zeithorizont (2005-2012) bzw. langfristigen Zeithorizont (2013-2020), so gaben die meisten Unternehmen an, dass sich ihre relative Wettbewerbsposition durch die Klimapolitik innerhalb des Stromsektors besonders langfristig stark verschlechtern wird. Die Mehrheit der Unternehmen (55 %) geht davon aus, dass sich die eigene Wettbewerbsposition im Zeitraum 2013-2020 stark bis sehr stark verschlechtern wird. Lediglich 21 % der Unternehmen sehen Ihre Position auch langfristig von klimapolitischer Regulierung unbeeinflusst.

4.2.1.2.3 Einfluss von Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen

Der Einfluss von Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen variiert, wie in Abbildung 4-13 für die beiden Betrachtungszeiträume bis 2012 und bis 2020 dargestellt, je nach Bereich der untersuchten Investitionsentscheidung. Die meisten Unternehmen gehen davon aus, dass auf längere Sicht der Einfluss von Klimapolitik auf Entscheidungen in Neuanlagen oder Modernisierungsmaßnahmen zu investieren, deutlich steigt, während er bei Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten eher gleich bleibt.

Abbildung 4-13: Auswirkungen von Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen im Stromsektor⁴⁶



n=29

Etwa die Hälfte der Umfrageteilnehmer rechnet mit einem zunehmenden Einfluss der Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen bei Neuanlagen und Modernisierungen bis 2012. Davon schätzen 21 % die Zunahme des Einflusses auf Neuanlagen als sehr stark ein, im Fall von Modernisierungen sind es sogar 24 %. Für beide Investitionsbereiche steigt der Anteil der Unternehmen, die von einem zunehmenden Einfluss der Klimapolitik ausgehen etwa in gleichem Maße an, wobei für Neuanlagen mit 38 % besonders viele Unternehmen einen stark zunehmenden Einfluss erwarten.

⁴⁶ Abweichungen von der Stichprobengröße bei einzelnen Antworten resultieren daraus, dass die Unternehmen, welche „weiß nicht“ gewählt haben, nicht berücksichtigt wurden.

Eine Zunahme des Einflusses auf Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten wird insgesamt von deutlich weniger Unternehmen erwartet, da die Mehrheit (65 %) Klimapolitik im Hinblick auf diese Investitionsentscheidungen als neutral bewertet. Immerhin 31 % der Unternehmen rechnen mit einer Steigerung des Klimapolitikeinflusses im Bereich Forschung- und Entwicklung bis zum Jahr 2012. Diese Einschätzung der Unternehmen ändert sich für einen längeren Betrachtungszeitraum kaum, was sicherlich darauf zurückzuführen ist, dass Investitionen in Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten generell an weniger konkreten Grundsätzen orientiert sind.

4.2.1.3 Adoptionsverhalten und Forschung und Entwicklung

In diesem Kapitel werden die Umfrageergebnisse zu den Investitionstätigkeiten der Unternehmen differenziert nach den Bereichen Neuanlagen (Kapitel 4.3.1.3.1), Modernisierungen (Kapitel 4.3.1.3.2) und Forschung und Entwicklung (Kapitel 4.3.1.3.3) dargestellt. Dabei sollen insbesondere die Auswirkungen des EU-Emissionshandels im Vergleich zu anderen politischen Maßnahmen oder Einflussfaktoren bewertet werden.

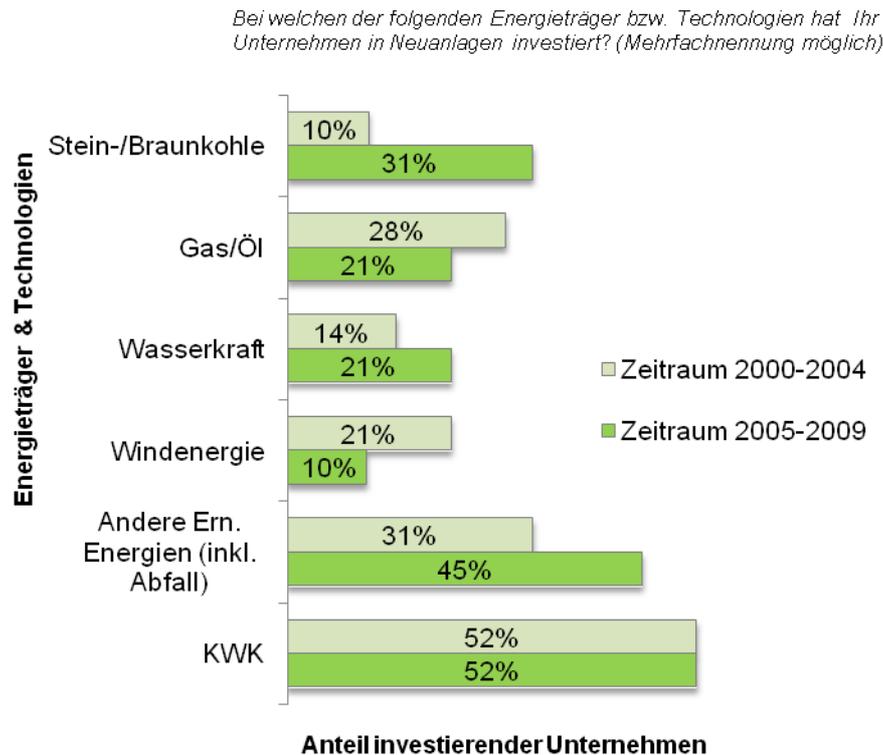
Des Weiteren ist zu beachten, dass 51 % der analysierten Unternehmen einer Unternehmensgruppe angehören und alle diese Tochtergesellschaften angaben, von ihrem Mutterkonzern stark in den Investitionsentscheidungen beeinflusst zu werden. Insgesamt kann dennoch von aussagekräftigen Ergebnissen ausgegangen werden, da die Mehrheit der Mutterkonzerne (67 %) ihren Sitz in Deutschland hat und somit ähnlichen Rahmenbedingungen unterliegt wie die befragten Unternehmen. Außerdem sind die übrigen Mutterkonzerne, bis auf eine Ausnahme, innerhalb der Europäischen Union angesiedelt und unterliegen damit ebenso dem Emissionshandel.

4.2.1.3.1 Ergebnisse Investitionen in Neuanlagen

Insgesamt haben sich 83 % der Unternehmen für eine Investition in Neuanlagen in den letzten zehn Jahren (2000-2009) entschieden. In Abbildung 4-14 ist differenziert für den Zeitraum vor der Einführung des Emissionshandels (2000-2004) und danach (2005-2009) dargestellt, in welchen Energieträgern bzw. Technologien Investitionen in Neuanlagen getätigt wurden.

Für Stein-/Braunkohle, Wasserkraft und andere erneuerbare Energieträger haben die Investitionstätigkeiten in Fünfjahreszeitraum (2005-2009) im Vergleich zum vorigen Zeitraum (2000-2004) zugenommen, während nach der Einführung des Emissionshandels weniger Unternehmen in Gas/Öl und Windenergie investiert haben als zuvor. Der Anteil der Unternehmen, der zwischen 2000 und 2004 in Neuanlagen zur KWK-Nutzung investiert hat, ist mit 52 % auch im zweiten Fünfjahreszeitraum unverändert hochgeblieben.

Abbildung 4-14: Investitionen in Neuanlagen



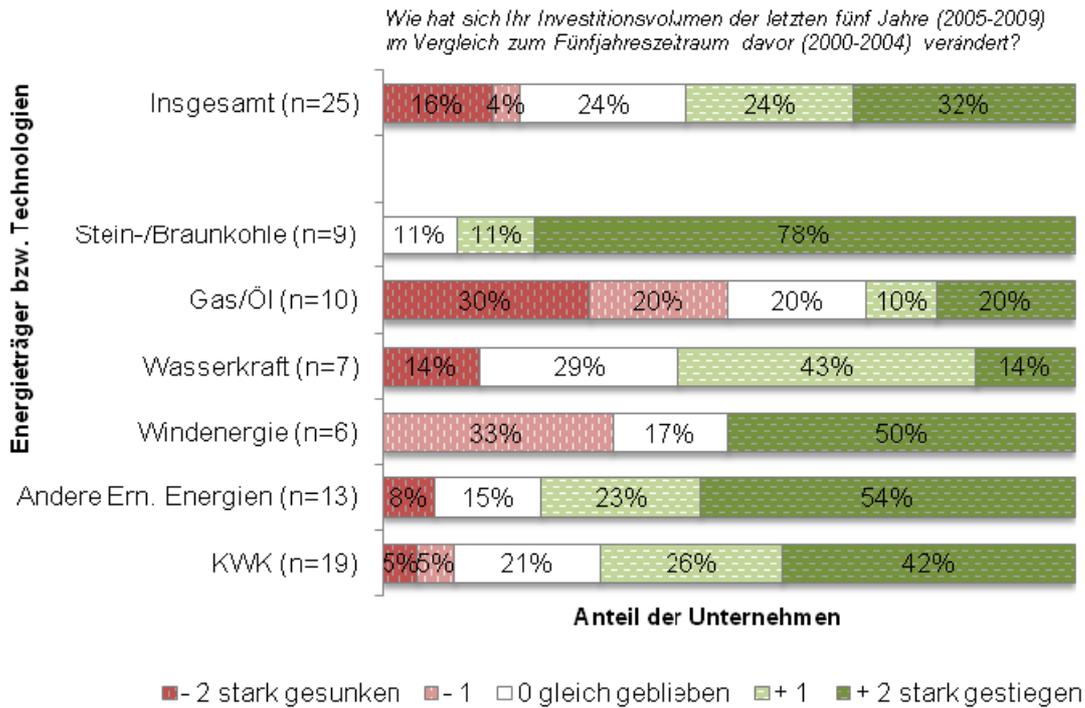
n=29

Betrachtet man hingegen die Veränderungen des Investitionsvolumens in dem Zeitraum 2005-2009 gegenüber dem Zeitraum 2000-2004, ergibt sich ein differenzierteres Bild (vgl. Abbildung 4-15). So ist bei 50 % der Unternehmen, die weiterhin in Windkraft investiert haben, das Investitionsvolumen für diese Technologie stark angestiegen. Bezüglich Gas/Öl kann die abnehmende Bedeutung auch anhand des Investitionsvolumens bestätigt werden. Bei der Hälfte der betroffenen Unternehmen ist das Volumen in diesem Bereich zurückgegangen, was in Anbetracht der Portfoliozusammensetzung der Umfrageteilnehmer besonders aussagekräftig ist. Insgesamt ist das Investitionsvolumen bei 56 % der Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben, zwischen den Jahren 2005 und 2009 im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum davor gestiegen und bei 20 % gesunken.

Die Veränderungen im Bereich Stein-/Braunkohle sind sowohl bei den Investitionstätigkeiten mit einer Zunahme von 21 % als auch beim Investitionsvolumen mit 89 % besonders hoch. Es besteht eine positive und statistisch signifikante Korrelation ($p=0,01747$) zwischen dem Ersatzbedarf für Neuanlagen und der Zunahme der Investitionstätigkeiten für Stein-/Braunkohle im zweiten Fünfjahreszeitraum.

47 Nach Kendall-Tau

Abbildung 4-15: Veränderung des Investitionsvolumens bei Neuanlagen



Der starke Anstieg des Investitionsvolumens im Bereich Stein-/Braunkohle steht in engem Zusammenhang mit der Zunahme des Investitionsvolumens für KWK-Anlagen, wie es das Antwortverhalten Verhalten in der folgenden Tabelle verdeutlicht. Aus der Kreuztabelle geht hervor, dass diejenigen Unternehmen, die ihr Investitionsvolumen im Bereich Stein-/Braunkohle stark gesteigert haben, dies im gleichen Zeitraum auch für KWK-Anlagen taten.

Tabelle 4-3: Kreuztabelle Anstieg des Investitionsvolumens für Stein-/ Braunkohle und KWK für den Fünfjahreszeitraum 2005-2009

		Investitionsvolumenänderung Neuanlagen KWK			Gesamt
		0 gleich geblieben	+1	+2 stark gestiegen	
Investitionsvolumenänderung Neuanlagen Stein-/Braunkohle	0 gleich geblieben	0 %	13 %	0 %	13 %
	+1	0 %	13 %	0 %	13 %
	+2 stark gestiegen	13 %	0 %	63 %	75 %
Gesamt		13 %	25 %	63 %	100 %

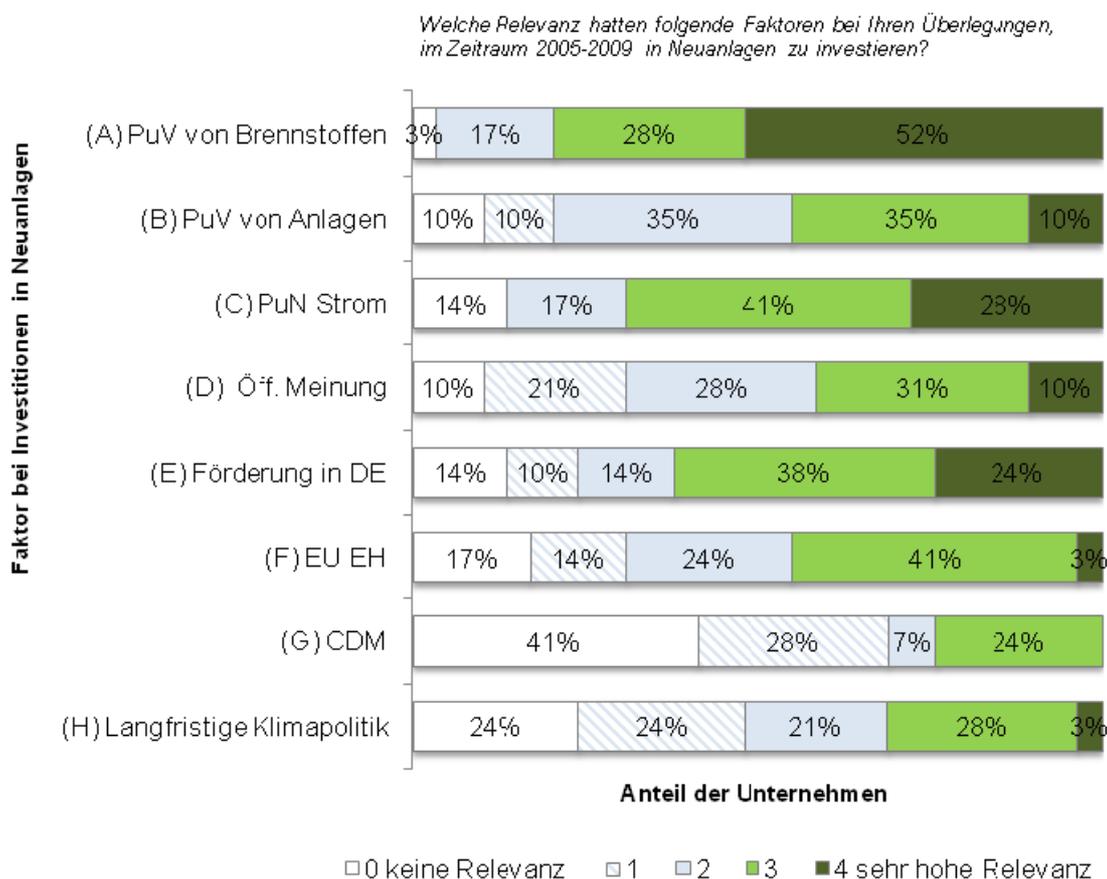
n=8

Im folgenden Abschnitt geht es darum, den Einfluss der verschiedenen klimapolitischen Instrumente auf Investitionsentscheidungen für Neuanlagen im Vergleich zu anderen relevanten Einflussfaktoren abzuschätzen. Für die Analyse wurden die Unter-

nehmen nach der Bedeutung folgender Faktoren für ihre Investitionsentscheidung gefragt und die Ergebnisse in Abbildung 4-16 dargestellt⁴⁸:

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (C) Preise und Nachfrage nach Strom
- (D) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (E) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (F) EU-Emissionshandel
- (G) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (H) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Abbildung 4-16: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Neuanlageninvestitionen



⁴⁸ Diese Fragen wurden allen Unternehmen gestellt, auch wenn diese sich gegen eine Neuanlageninvestition entschieden haben.

Die untersuchten klimapolitischen Instrumente sowie die öffentliche Meinung zur Nutzung bestimmter Technologien haben im Vergleich zu den anderen untersuchten Einflussfaktoren (A-C, E) eher eine geringe Bedeutung.

Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen, Strompreis und –nachfrage sowie technologiespezifische Förderung in Deutschland (wie bspw. das EEG) wurden von den Umfrageteilnehmern im Stromsektor am häufigsten mit einer hohen Relevanz eingestuft. 52 % der Unternehmen beurteilten Brennstoffpreise und –verfügbarkeit mit der höchsten Relevanz. Diese Ergebnisse decken sich mit jenen aus dem Kapitel 4.2.1.2.1 und sind auf die hohe Bedeutung von Gas/Öl als Energieträger im Erzeugungsportfolio der analysierten Unternehmen zurückzuführen (vgl. Kapitel 4.3.1.1). Ähnliches gilt für die technologiespezifische Förderpolitik im Inland, die von 24 % der Unternehmen bei Entscheidungen in Neuanlagen zu investieren von sehr hoher Relevanz ist. Durch den hohen KWK-Anteil unter den Umfrageteilnehmern (vgl. Abbildung 4-6), sowie den starken Zuwachs der erneuerbaren Energien⁴⁹ (vgl. Abbildung 4-3) ist davon auszugehen, dass viele Unternehmen insbesondere in diesen beiden Bereichen von Förderungsmaßnahmen wie bspw. dem KWKG und EEG profitiert haben.

Die verschiedenen klimapolitischen Instrumente haben für die Unternehmen bei Investitionen in Neuanlagen im Stromsektor etwa die gleiche Relevanz wie die öffentliche Meinung und stellen damit eher weiche Einflussfaktoren da. Dem Clean Development Mechanism (CDM) wurde dabei mit Abstand die geringste Relevanz zugeordnet, während der Emissionshandel insgesamt mit einer höheren Relevanz bewertet wird als langfristige europäische/globale Reduktionsziele.

Neben dem Emissionshandel als eines von mehreren klimapolitischen Instrumenten wurde auch die spezielle Wirkung bestimmter Ausgestaltungsmerkmale auf Investitionen in Neuanlagen untersucht. Abbildung 4-17 stellt die Beurteilung der Unternehmen zur Relevanz der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten auf die Investitionsentscheidungen dar. Dabei werden die Unternehmen, die in dem Zeitraum nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) investiert haben und diejenigen, die nicht investiert haben, getrennt betrachtet.

29 % der Unternehmen, die in Neuanlagen investierten, maßen der Gratisverteilung gar keine Relevanz zu, weitere 29 % eine mittlere und 24 % eine sehr hohe. Somit lässt sich keine zusammenfassende Aussage zur Bedeutung der Gratiszuteilung für Investitionen in Neuanlagen im Stromsektor treffen. Erwartungsgemäß beurteilen die Unternehmen, die im Fünfjahreszeitraum 2005-2009 keine Investitionen getätigt haben, die Auswirkung der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten mehrheitlich (67 %) als nicht relevant.

⁴⁹ ohne Wind- und Wasserkraft

Abbildung 4-17: Relevanz der Gratiszuteilung bei Investitionen in Neuanlagen



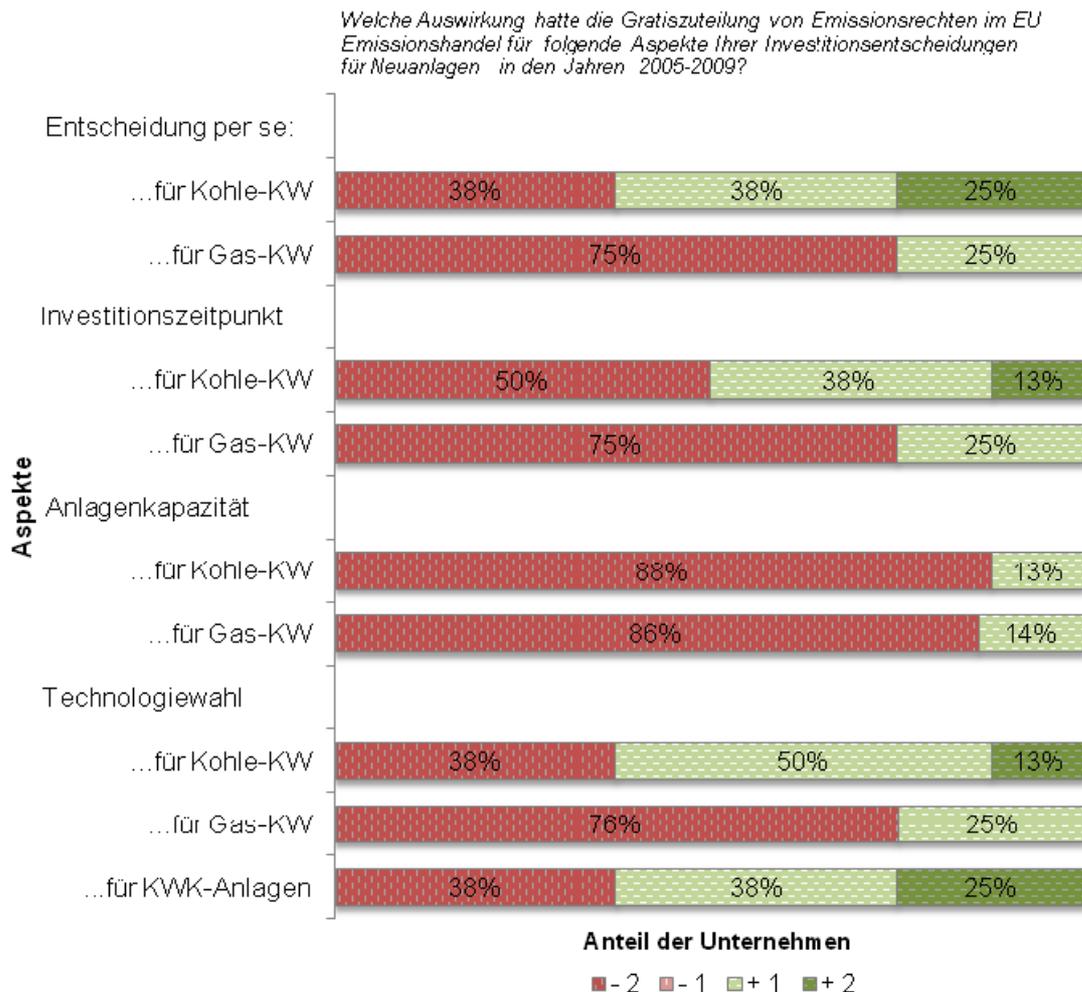
Denjenigen Unternehmen, die der Gratiszuteilung eine Relevanz bei Investitionsentscheidungen für Neuanlagen zugewiesen haben, wurden ausgewählt, um die Auswirkungen der kostenlosen Zuteilung auf bestimmte Aspekte der Investitionsentscheidung genauer zu untersuchen.⁵⁰ Die Ergebnisse sind jeweils für die Energieträger Stein-/Braunkohle und Gas in Abbildung 4-18 und die Beschreibung der verschiedenen Bewertungsskalen in der zugehörigen Fußnote dargestellt.

Die Unternehmen, die der Gratisverteilung eine wichtige Relevanz bei Investitionsentscheidungen zugeordnet haben, maßen dem Emissionshandel generell eine wichtigere Rolle für Investitionsentscheidungen zu als die übrigen Unternehmen (Abbildung 4-18). Erwartungsgemäß betrachtet keines der ausgewählten Unternehmen, den Einfluss der kostenlosen Zuteilung auf einen der untersuchten Aspekte als neutral, was für die Konsistenz der erhobenen Daten spricht. Insgesamt schätzen die Unternehmen die Auswirkungen auf verschiedene Aspekte der Investitionsentscheidung bei Gaskraftwerken negativer ein als für Kohlekraftwerke. 75 % der analysierten Unternehmen beurteilen die Gratiszuteilung als stark hinderlich für die Entscheidung in neue Gaskraftwerke zu investieren, wohingegen 63 % denselben Aspekt für Kohlekraftwerke als förderlich beurteilen. Ähnliches gilt für den Investitionszeitpunkt, auf den die Gratiszuteilung im Falle von Gaskraftwerken überwiegend verzögernd, bei Kohle jedoch für 50 % der Unternehmen beschleunigend wirkt. Im Hinblick auf die geplante Anlagenkapazität bei Investitionen in Neuanlagen ist dieser Unterschied zwischen den beiden Energieträgern nicht zuerkennen, denn in beiden Fällen schreiben über 80 % der analysierten Unternehmen der Gratiszuteilung eine verringernde Wirkung zu. Schlussendlich unterstrei-

⁵⁰ Beantwortung nur von Stromerzeugern, die in 2005-2009 in Neuanlagen investier(t)en.

chen die Umfrageergebnisse zur Technologiewahl den bereits beschriebenen Trend, nach dem die Gratiszuteilung dazu führt, dass sich Unternehmen tendenziell gegen den Neubau von Gas-Kraftwerken und stattdessen für den Neubau von KWK-Anlagen und Kohlekraftwerken entscheiden.

Abbildung 4-18: Auswirkungen der Gratiszuteilung bei Neuanlageninvestitionen auf verschiedene Aspekte⁵¹



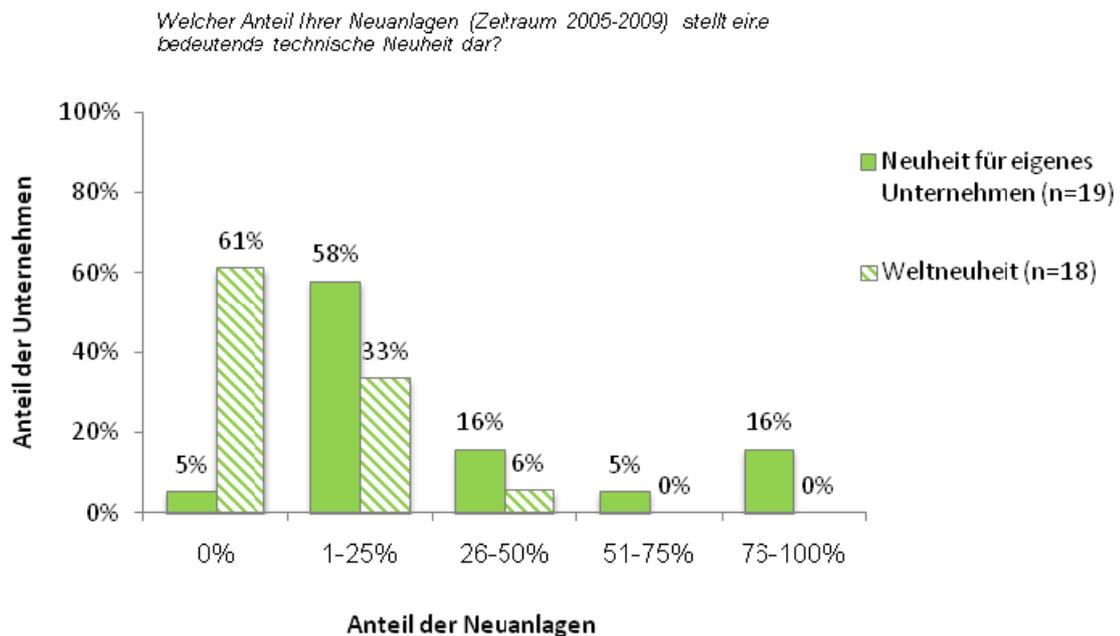
n=21

Weiterhin von Interesse sind die empirischen Ergebnisse zum Innovationsgrad der Neuanlagen, für die im Zeitraum 2005-2009 Investitionen getätigt wurden. Im Rahmen der Umfrage wird zwischen Innovationen, die eine weltweite Neuheit bedeuten und

51 Investitionsentscheidung per se: -2 stark hinderlich; 0 neutral; 2 stark förderlich
 Investitionszeitpunkt: -2 stark verzögernd, 0 neutral, 2 stark beschleunigend
 Anlagenkapazität: -2 stark verringert, 0 neutral, 2 stark erhöht
 Technologiewahl: -2 stark hinderlich; 0 neutral; 2 stark förderlich

solchen die lediglich eine Neuheit aus Sicht des Unternehmens sind, unterschieden (vgl. Abbildung 4-19). Erwartungsgemäß gab die große Mehrheit der Unternehmen (95 %) an, bei dem Bau von Neuanlagen in eine für das *Unternehmen* technische Neuheit investiert zu haben. Allerdings macht der Anteil solcher Projekte nur in wenigen Fällen (21 %) mehr als die Hälfte an den gesamten Neuanlageninvestitionen aus. Dies deutet darauf hin, dass viele Investitionen zwar den Stand der Technik repräsentieren, aber bereits mindestens einmal im Unternehmen implementiert wurden und damit nicht als eigentliche Innovation gelten können, sondern es sich hier eher um die weitere Diffusion einer Technologie handelt. Die meisten Unternehmen (61 %) haben zwischen 2005 und 2009 keine Investitionen in Neuanlagen getätigt, die eine technische *Weltneuheit* für den Stromsektor darstellen. Die Angaben zu den Neuheitsgraden korrelieren weder mit der Unternehmensgröße, noch mit der Höhe der Forschungs- und Entwicklungsausgaben. Eine Einzelbetrachtung der betreffenden Fälle ergab, dass die Unternehmen, bei denen zwischen 76 und 100 % der Investitionsprojekte eine technische Neuheit für das Unternehmen darstellen, im angegebenen Zeitraum in die Bereiche Stein-/Braunkohle, Wasserkraft und erneuerbare Energien investiert haben.

Abbildung 4-19: Technischer Neuheitsgrad der Investitionen in Neuanlagen



Basierend auf den Einschätzungen der Unternehmen beträgt der durchschnittliche⁵² Anteil der Neuanlagen, für den auf bestehende Fähigkeiten im Unternehmen zurückgegriffen werden kann, 41 %. Der analoge Durchschnittswert für Neuanlageninvestitio-

⁵² Durchschnittswert aus Klassenmittelpunkten (5 Klassen zwischen 0 und 100 %) gebildet.

nen, die ein völlig neues technologisches Know-how benötigen, beläuft sich auf 44 % und liegt damit sogar geringfügig höher. Letztere Angaben korrelieren positiv und statistisch signifikant ($p=0,00353$) mit den Angaben der Unternehmen zum Neuheitsgrad der Investitionen. Je höher der Anteil der Neuanlagen, die eine Neuheit für das jeweilige Unternehmen darstellt, desto stärker benötigen die Unternehmen neues technologisches Know-how für ihre Investitionen. Es ist davon auszugehen, dass viele der damit gemeinten Neuanlagen auf die Zuwächse im Bereich der erneuerbaren Energien zurückgehen (vgl. Abbildung 4-3) und somit die Einschätzungen der Unternehmen stark von der ursprünglichen Portfoliozusammensetzung vor dem Jahr 2005 abhängt.

Knapp Dreiviertel der Unternehmen, die in Neuanlagen investiert haben, gaben an dadurch die CO₂-Intensität ihrer Stromerzeugung gemindert (63 %) oder zumindest nicht gesteigert zu haben (11 %). Bei den übrigen Unternehmen hat die CO₂-Intensität durch die Investitionen in Neuanlagen zugenommen, wobei keines der Unternehmen von einem sehr starken Anstieg ausgeht. Generell hängt die CO₂-Intensität direkt mit dem zur Stromerzeugung verwendeten Energieträger zusammen, somit ändert sich mit der Portfoliozusammensetzung in der Regel auch die CO₂-Intensität. Die erhobenen Daten zu Investitionsaktivitäten und Investitionsvolumen für die einzelnen Energieträger bzw. Technologien (vgl. Abbildung 4-14, Abbildung 4-15) spiegeln die Angaben der Unternehmen zur Veränderung der CO₂-Intensität wieder. Im Fünfjahreszeitraum 2005-2009 wurden deutlich häufiger und höhere Investitionen in CO₂-arme Stromerzeugung mittels erneuerbarer Energien getätigt als im Fünfjahreszeitraum zuvor. Ähnliches gilt für Stein-/Braunkohle, wobei insgesamt weniger Unternehmen in diese CO₂-intensiven Energieträger investiert haben.

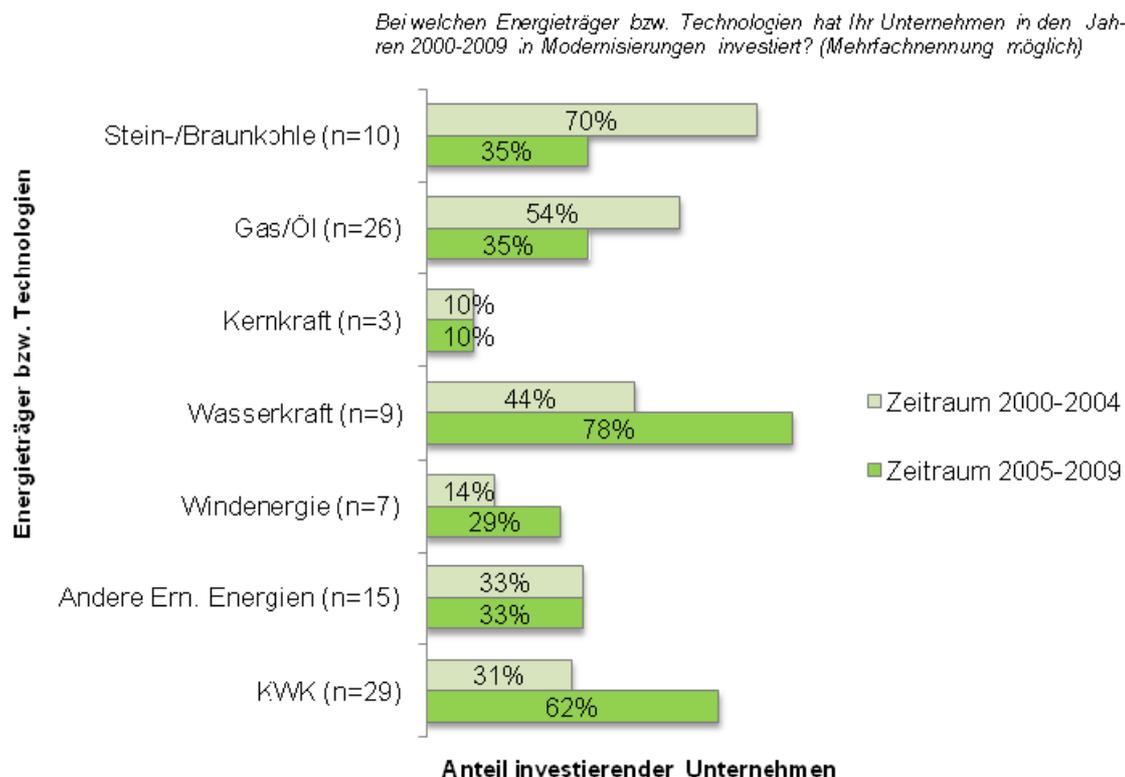
4.2.1.3.2 Ergebnisse Investitionen in Modernisierungen

Knapp 80 % der Unternehmen im Stromsektor, die den Fragebogen beantwortet haben, investierten innerhalb der letzten zehn Jahre (2000-2009) in Modernisierungsmaßnahmen. Vergleicht man beide betrachteten Fünfjahreszeiträume, so haben 59 % der Unternehmen vor und 62 % nach der Einführung des Emissionshandels Investitionen in Modernisierungen getätigt. Der Unterschied ist insgesamt nur geringfügig, doch für einzelne Energieträger bzw. Technologien durchaus bedeutsam (vgl. Abbildung 4-20). Da nur in denjenigen Bereichen Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt werden konnten, die für das Erzeugungsportfolio des jeweiligen Unternehmens relevant

53 Nach Kendall-Tau.

sind, ergibt sich für die einzelnen Energieträger bzw. Technologien⁵⁴ jeweils eine andere Stichprobengröße.⁵⁵

Abbildung 4-20: Investitionen des Stromsektors in Modernisierungsmaßnahmen



Für die Energieträger Stein-/Braunkohle und Gas/Öl wurden im Zeitraum nach der Einführung des Emissionshandels (2005-2009) deutlich weniger, im Falle von Wasserkraft, Windenergie und KWK-Nutzung deutlich mehr Investitionen getätigt als im Zeitraum vor der Einführung. Im Gegensatz dazu blieb der Anteil der Unternehmen, die Investitionen in Modernisierungsmaßnahmen bei Anlagen zur Nutzung von Kernkraft und erneuerbaren Energien (außer Wasser- und Windkraft) tätigten, jeweils in beiden abgefragten Zeiträumen gleich.

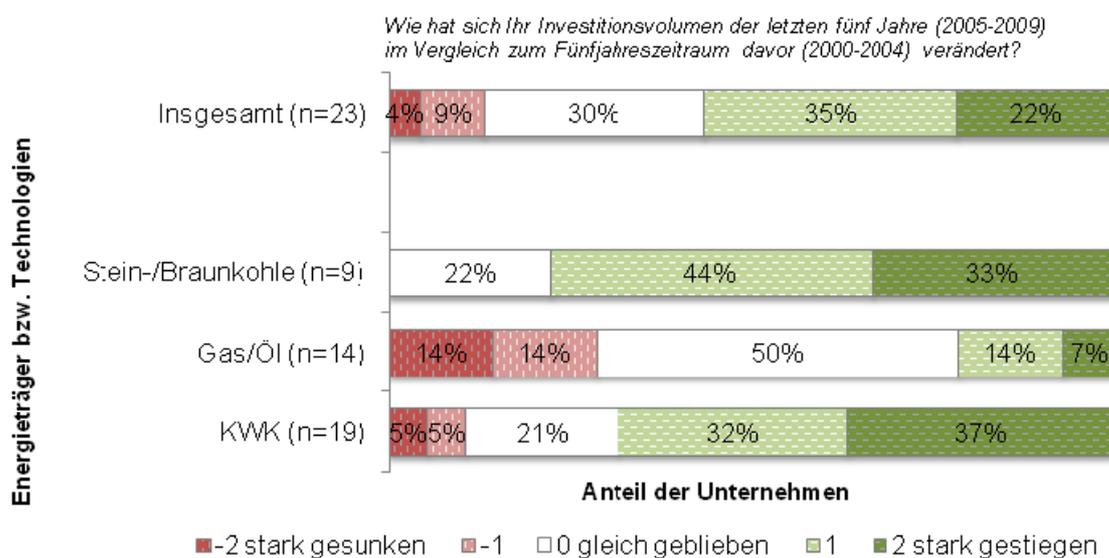
Betrachtet man nun die Veränderung des Investitionsvolumens bei denjenigen Unternehmen, die in ausgewählten Bereichen Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt haben, unterscheiden sich die Energieträger Stein-/Braunkohle und Gas/Öl stark (vgl. Abbildung 4-21). In beiden Fällen hat die Anzahl der Unternehmen, die in Modernisie-

⁵⁴ Die Energieträger-/Technologieliste wurde im Fragebogen für Modernisierungsmaßnahmen um Kernkraft erweitert.

⁵⁵ Die Antwortmöglichkeiten der zugehörigen Frage wurden den Unternehmen jeweils ihrem Erzeugungsportfolio entsprechend angezeigt.

rungsmaßnahmen investiert haben im zweiten Fünfjahreszeitraum gegenüber dem ersten deutlich abgenommen. Allerdings gaben 77 % der Unternehmen, die ihre Anlagen zur Nutzung von Stein-/Braunkohle modernisierten an, das Investitionsvolumen stark oder sehr stark gesteigert zu haben, wohingegen das Investitionsvolumen im Falle von Gas/Öl bei der Mehrheit der Unternehmen (78 %) gleich geblieben oder zurückgegangen ist. Bei KWK-Anlagen hat sowohl die Investitionsaktivität, als auch das Investitionsvolumen für Modernisierungsmaßnahmen zugenommen. 69 % der Unternehmen, die in diesem Bereich Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt haben, gaben an, das Volumen im zweiten Fünfjahreszeitraum im Vergleich zum ersten gesteigert zu haben.

Abbildung 4-21: Veränderung Investitionsvolumen bei Modernisierungen⁵⁶

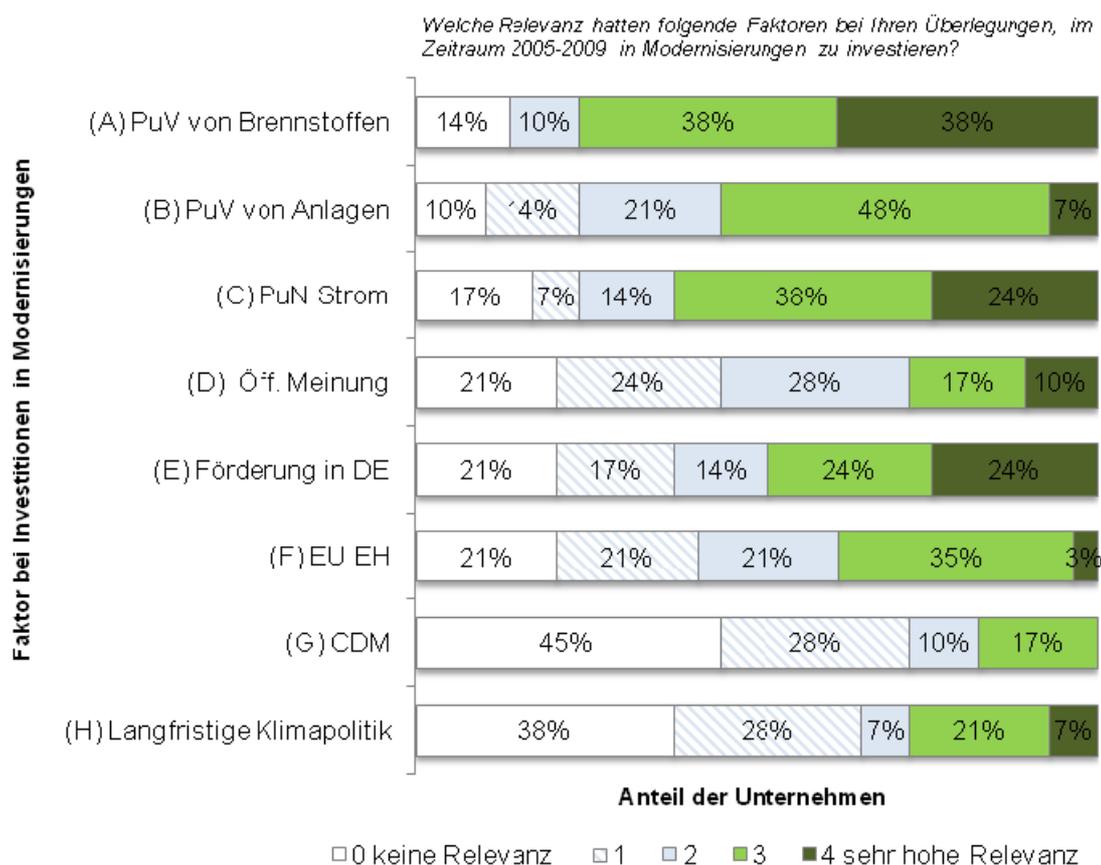


Die Relevanz des Emissionshandels und der langfristigen Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion bei Investitionen in Modernisierungen im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren ist in Abbildung 4-22 abgebildet. Dabei wurden wiederum folgende Faktoren miteinander verglichen:

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (C) Preise und Nachfrage nach Strom
- (D) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien

⁵⁶ Die Frage bezog sich für jedes Unternehmen nur auf die Komponenten des zuvor genannten Technologieportfolios, da Modernisierungen nur an bestehenden Anlagen durchgeführt werden können.

- (E) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (F) EU-Emissionshandel
- (G) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (H) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Abbildung 4-22: Relevanz der Faktoren bei Modernisierungen⁵⁷

n=29

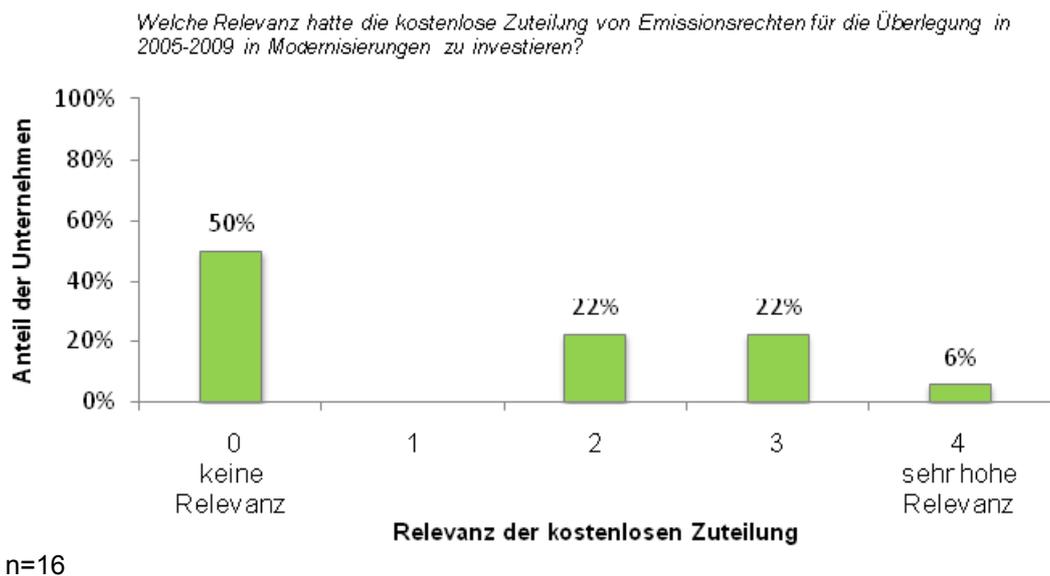
Aus den Umfrageergebnissen geht hervor, dass Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen, sowie Strompreis und -nachfrage die wichtigsten Einflussfaktoren bei Modernisierungsentscheidungen darstellen. Da viele Unternehmen ihre Investitionen in Modernisierungsmaßnahmen bei Anlagen zur Nutzung von Gas/Öl deutlich reduziert haben (vgl. Abbildung 4-20, Abbildung 4-21), stellt sich die Frage, ob die hohe Relevanz von Brennstoffpreisen und -verfügbarkeit überwiegend investitionshemmend gewirkt haben könnte. Im Vergleich zu den bereits erwähnten Einflussfaktoren (A, C) spielen Anlagenpreise und -verfügbarkeit sowie die technologiespezifische Förderpolitik eine weni-

⁵⁷ Diese Fragen wurden allen Unternehmen gestellt, auch wenn diese sich gegen Modernisierungsmaßnahmen entschieden haben.

ger wichtige Rolle. Wesentlich unbedeutender für Entscheidungen in Modernisierungsmaßnahmen zu investieren, sind allerdings die öffentliche Meinung und die verschiedenen klimapolitischen Instrumente. Immerhin 79 % der Unternehmen schreiben dem Emissionshandel überhaupt einen Einfluss zu, während dies für den Clean Development Mechanismus (CDM) und langfristige europäische/globale Reduktionsziele nur 55 % bzw. 62 % der Unternehmen so beurteilen.

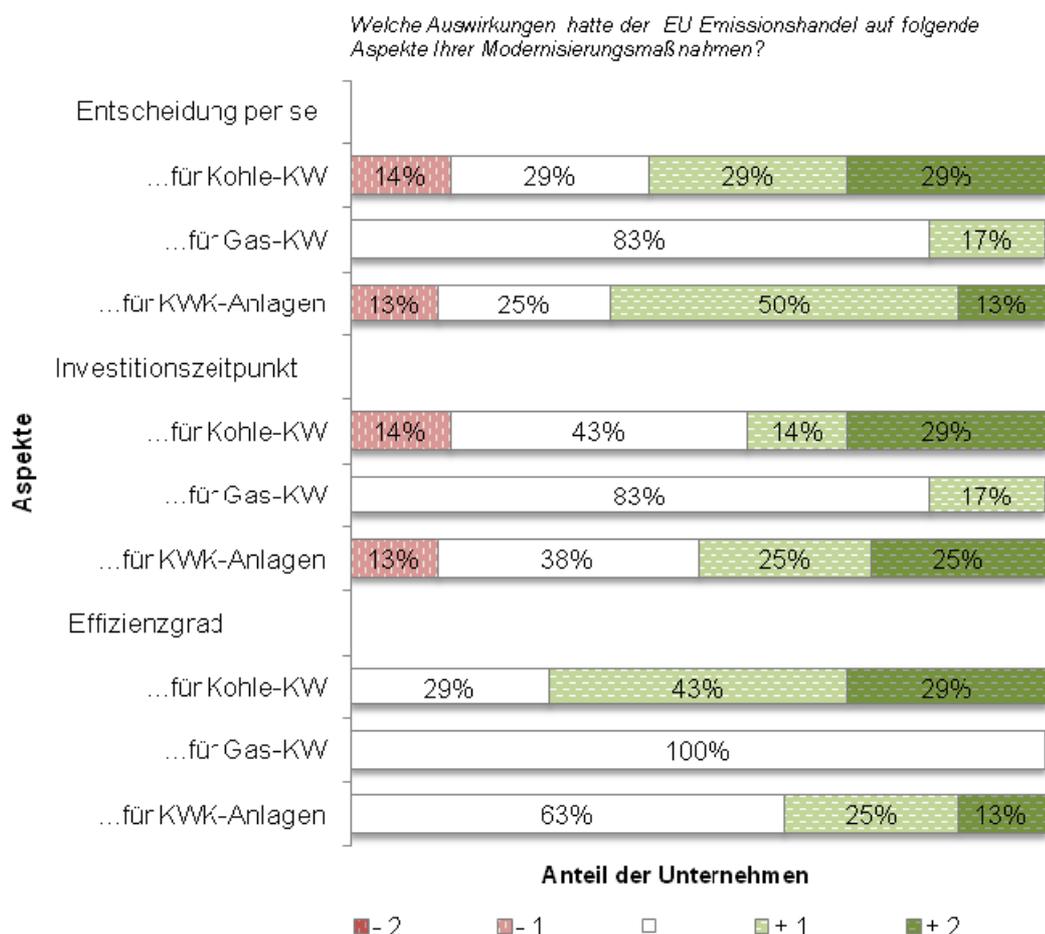
In Abbildung 4-23 ist die Auswirkung der Gratiszuteilung von Emissionsrechten auf die Modernisierungsmaßnahmen dargestellt. Dabei wurden nur diejenigen Unternehmen betrachtet, die nach 2005 Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt haben. Die Auswirkung der kostenlosen Zuteilung wurde von einer Hälfte der Unternehmen als nicht relevant und von den Übrigen mit einer mittleren bis hohen Relevanz bewertet.

Abbildung 4-23: Relevanz Gratiszuteilung bei Modernisierungen



Weiter wurde untersucht, wie stark die Auswirkungen des Emissionshandels⁵⁸ auf die Modernisierungsentscheidung per se, den Modernisierungszeitpunkt und den Effizienzgrad der Anlage im Zeitraum 2005-2009 waren (vgl. Abbildung 4-24). Dafür wurden die Antworten getrennt nach Energieträger bzw. Technologie ausgewertet, so dass nur geringe Fallzahlen für die einzelnen Aspekte vorliegen. Dennoch ist ein Unterschied in der Wirkung des Emissionshandels auf die Modernisierung von Kohlekraftwerken einerseits und auf die von Gaskraftwerken andererseits zu erkennen.

⁵⁸ Hier wird nach der Auswirkung des Emissionshandels gefragt, nicht wie bei Investitionen in Neuanlagen nach der Auswirkung der kostenlosen Zuteilung.

Abbildung 4-24: Auswirkung des EU-EH auf Modernisierung⁵⁹n=6-8⁶⁰

Mehr als die Hälfte der Unternehmen beurteilen die Wirkung des Emissionshandels auf die Entscheidung, in die Modernisierung von Kohlekraftwerken zu investieren als positiv. Im Falle von Gaskraftwerken schätzen dagegen 83 % der Unternehmen die Wirkung als neutral ein. In ähnlicher Weise zeigen die Ergebnisse für den Investitionszeitpunkt und den Effizienzgrad der Anlage, dass auf Modernisierungen von Kohlekraftwerken der Emissionshandel eher beschleunigend und Effizienz steigernd wirkt, während Modernisierungsmaßnahmen bei Gaskraftwerken kaum beeinträchtigt werden. Das Antwortverhalten bezüglich Modernisierungsmaßnahmen bei KWK-Anlagen ähnelt stark dem für Kohlekraftwerke.

⁵⁹ Investitionsentscheidung per se: -2 stark hinderlich; 0 neutral; 2 stark förderlich
 Investitionszeitpunkt: -2 stark verzögernd, 0 neutral, 2 stark beschleunigend
 Effizienzgrad der Anlage: -2 stark reduzierend; 0 neutral; 2 stark steigend

⁶⁰ Für Kohle (n=7), Gas (n=6), KWK (n=8)

Die Mehrheit der Unternehmen (65 %⁶¹) gaben an, dass sich die CO₂-Intensität der Elektrizitätserzeugung durch die Modernisierungsmaßnahmen verringern wird und weitere 15 % schätzten die Wirkung der Investitionen als neutral ein. Dass dennoch ein Teil mit einer Erhöhung der CO₂-Intensität rechnet, könnte mit der Wiederinbetriebnahme von vorübergehend stillgelegten Anlagen zusammenhängen, deren Betrieb sich durch die gestiegenen Strompreise wieder rentiert. Möglicherweise wurde bei der Beantwortung der Frage auch Intensität mit absolutem Ausstoß verwechselt.

4.2.1.3.3 Ergebnisse Forschung und Entwicklung

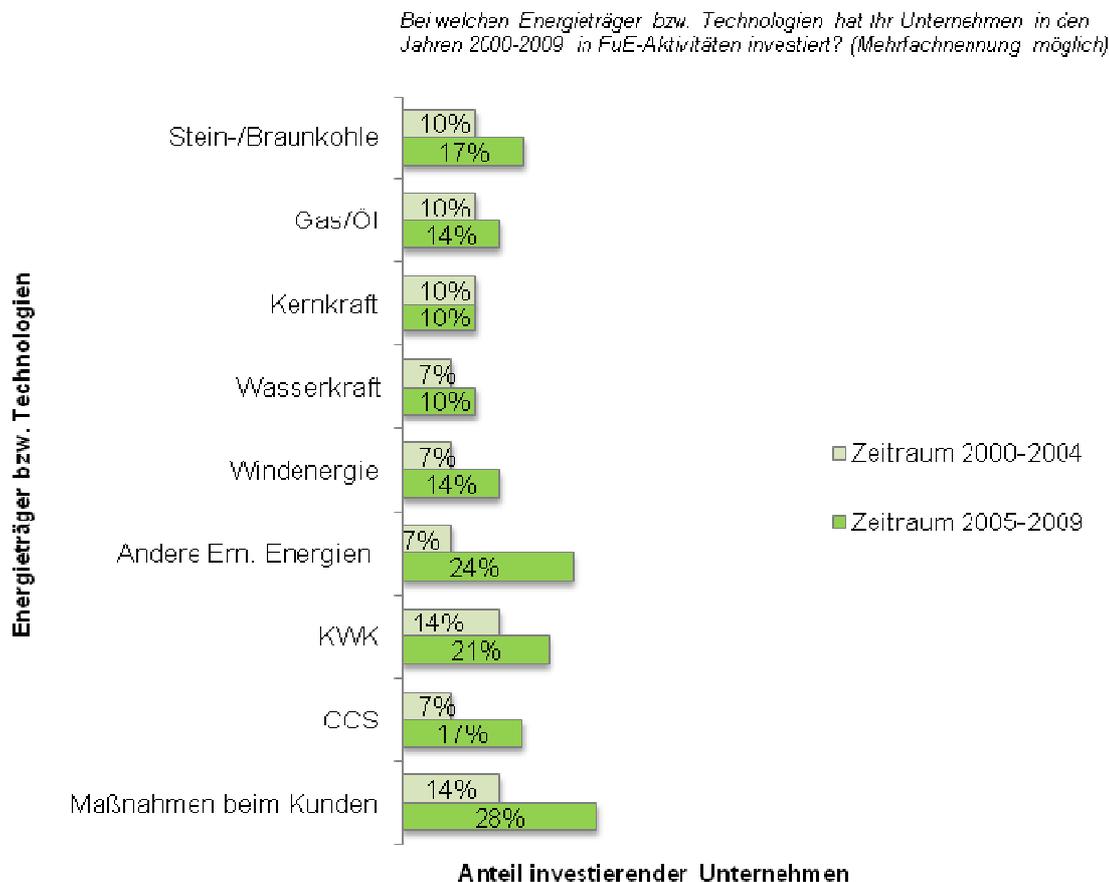
Nur 35 % der untersuchten Unternehmen gaben an, ein Budget für Forschung und Entwicklung und während der Jahre 2000-2009 in diesen Bereich investiert zu haben. Innerhalb dieser Unternehmensgruppe variiert der Anteil der FuE-Ausgaben gemessen am Umsatz von 0,1 bis 10 % und liegt im Durchschnitt bei 2,5 %. Außerdem werden von diesen Unternehmen zwischen 0,1 und 8 % der gesamten Mitarbeiter im Bereich Forschung und Entwicklung beschäftigt.

Abbildung 4-25 zeigt, bei welchen Energieträgern und Technologien FuE-Aktivitäten in dem Zeitraum vor und nach der Einführung des Emissionshandels durchgeführt wurden. In allen untersuchten Bereichen wurden im zweiten Fünfjahreszeitraum (2005-2009) von mehr oder wenigstens genauso vielen Unternehmen Investitionen getätigt wie im vorigen Zeitraum (2000-2004), wobei die Zunahme im Bereich der erneuerbaren Energien (außer Wind- und Wasserkraft) am stärksten ausfällt.

Die FuE-Aktivitäten der untersuchten Unternehmen haben insbesondere für die Energieträger Stein-/Braunkohle, Windenergie sowie andere erneuerbare Energien zugenommen. Ebenfalls deutlich gestiegen im Vergleich zum Zeitraum vor der Einführung des Emissionshandels sind die Investitionen in Technologien zur Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung, CO₂-Abscheidung und Speicherung bei Kohlekraftwerken (CCS), sowie Maßnahmen beim Endkunden (Contracting, Demand-Side-Management). Die Anzahl der Unternehmen die in FuE-Aktivitäten in den Bereichen Gas/Öl und Wasserkraft investierten, liegt im zweiten Fünfjahreszeitraum nur geringfügig höher, für Kernkraft ist sie sogar gleich geblieben. Insgesamt ist die Anzahl der Unternehmen, die Investitionen in Forschung und Entwicklung tätigen, also gestiegen, jedoch bleibt sie auf niedrigem Niveau. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Stromsektor der größte Teil der Entwicklung bei den Technologieanbietern stattfindet.

61 n=20

Abbildung 4-25: Investitionen in FuE

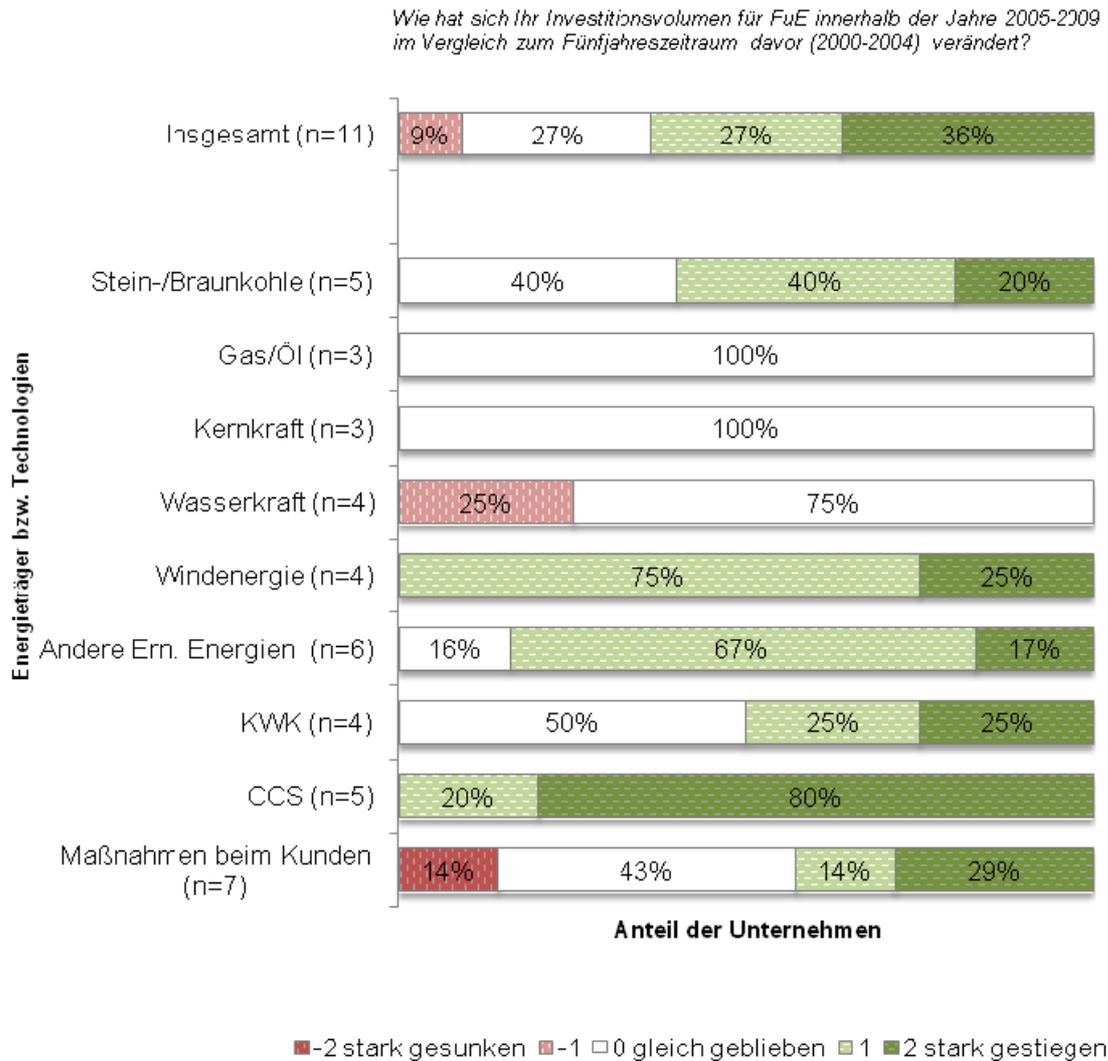


n=29

In Abbildung 4-26 sind anstelle der getätigten FuE-Aktivitäten die Veränderung des Investitionsvolumens in 2005-2009 gegenüber dem Zeitraum vor Einführung des Emissionshandels 2000-2004 aufgeführt. Bei 63 % der im Bereich FuE aktiven Unternehmen hat das Investitionsvolumen insgesamt zugenommen, gegenüber 9 % der Unternehmen, die angaben im zweiten Fünfjahreszeitraum insgesamt weniger investiert zu haben. Letzteres ist auf die Rückgänge des Investitionsvolumens für Wasserkraft und Maßnahmen beim Kunden (Contracting etc.) zurückzuführen. Eine starke Zunahme des Investitionsvolumens nach der Einführung des Emissionshandels ist bei denjenigen Unternehmen zu beobachten, die in Windkraft, andere erneuerbare Energien sowie CCS-Technologien investiert haben. 80 % der Unternehmen die im Bereich CCS Forschung und Entwicklung betrieben, haben ihr Investitionsvolumen im zweiten Fünfjahreszeitraum stark erhöht. Für Stein-/Braunkohle und KWK-Technologien gilt, dass etwa die Hälfte der Unternehmen ihr Investitionsvolumen in diesen Bereichen seit dem Jahr 2000 nicht verändert haben, während die andere Hälfte einen starken bis sehr starken Anstieg verzeichnet. Keines der Unternehmen, die sich mit Forschung und

Entwicklung zur Nutzung von Kernkraft oder Gas/Öl als Energieträger beschäftigen, hat sein Investitionsvolumen geändert.

Abbildung 4-26: Veränderung des Investitionsvolumens bei FuE

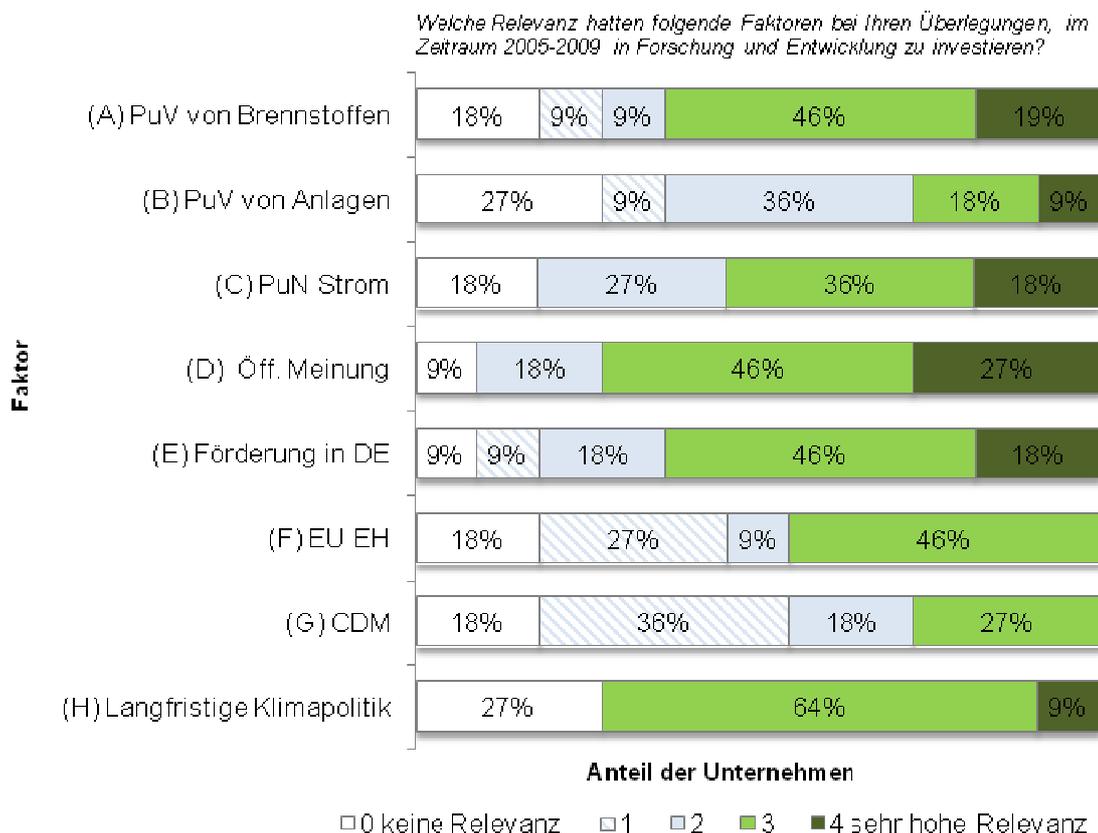


Um die Relevanz des Emissionshandels und anderer politischer Maßnahmen im Vergleich zu weiteren externen Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidungen in Forschung und Entwicklung zu bewerten, wurden – analog zu Neuanlageninvestitionen und Modernisierungen – die folgenden Faktoren miteinander verglichen (siehe Abbildung 4-27):

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (C) Preise und Nachfrage nach Strom
- (D) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien

- (E) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
 (F) EU-Emissionshandel
 (G) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
 (H) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Abbildung 4-27: Relevanz ausgewählter Faktoren bei FuE-Entscheidungen



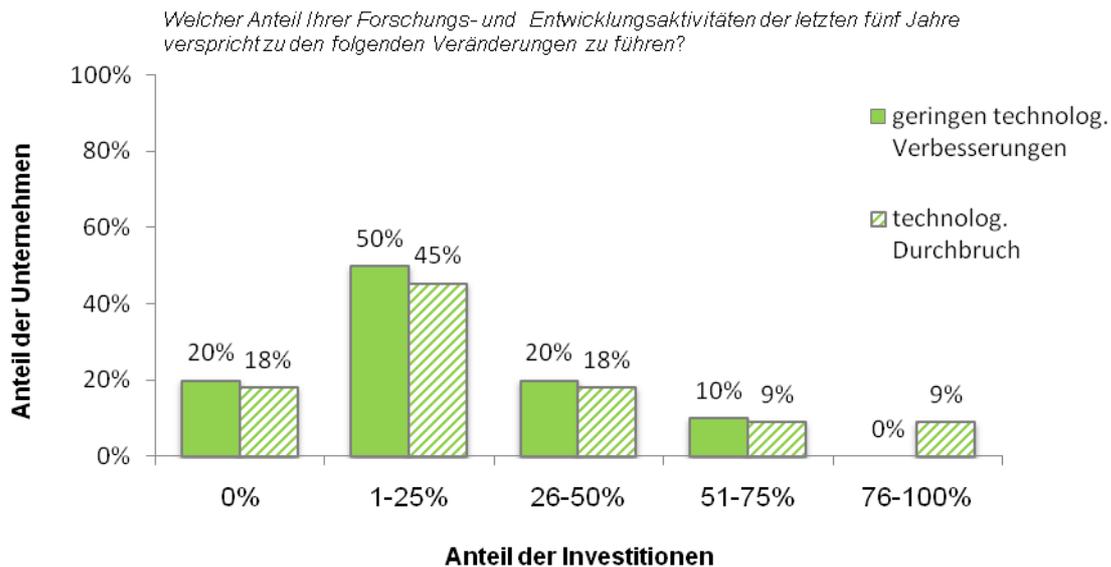
n=11

Die wichtigsten Faktoren bei FuE-Entscheidungen waren die langfristige Klimapolitik mit europäischen/globalen Reduktionszielen sowie die öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz bestimmter Technologien, wobei letzteres sogar von 27 % der Unternehmen, mit einer sehr hohen Relevanz eingestuft wurde. Sowohl Brennstoffpreise und -verfügbarkeit, Strompreis und -nachfrage als auch technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland wurden insgesamt als etwas weniger wichtig für Investitionsentscheidungen bei FuE-Projekten eingestuft. Nach den Angaben der Unternehmen haben der Emissionshandel und der Clean Development Mechanismus als klimapolitische Instrumente, sowie Preise und Verfügbarkeit von Anlagen und Komponenten nur einen geringen Einfluss im Vergleich zu den anderen bereits erwähnten Faktoren.

Um den Innovationsgrad der FuE-Aktivitäten der Unternehmen zu messen, wurde gefragt, welcher Anteil der Investitionen nur geringe technologische Verbesserungen bzw.

welcher Anteil einen technologischen Durchbruch verspricht (vgl. Abbildung 4-28). Etwa 80 % der Unternehmen rechnen damit, dass ein Teil der FuE-Aktivitäten zu einem technologischen Durchbruch führen könnte, wobei dies im Durchschnitt auf 25 % aller Aktivitäten zutrifft⁶². Ebenfalls 80 % der Unternehmen gaben an, dass ein Teil ihrer FuE-Aktivitäten nur geringe technologische Verbesserungen verspricht hervorzurufen. Im Durchschnitt machen diese Projekte jedoch nur etwa 20 % der FuE-Aktivitäten aus.

Abbildung 4-28: Technologischer Neuheitsgrad der FuE-Aktivitäten



n=11

Insgesamt ist der Unterschied auch bezüglich der Verteilung auf die Intervallklassen eher gering. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass diejenigen Unternehmen, die in FuE-Aktivitäten investiert haben, ihre Ausgaben für mehrere Energieträger bzw. Technologien verwenden. 50 % der Unternehmen gaben zum einen an, dass nicht mehr als ein Viertel ihrer FuE-Aktivitäten neues technologisches Know-how erfordert und zum anderen, dass sie bei 26-50 % ihrer FuE-Aktivitäten auf bereits im Unternehmen bestehenden Fähigkeiten aufbauen können. Statistisch besteht eine positive und signifikante Korrelation zwischen der Diversität⁶³ eines Unternehmens und seinen FuE-Aktivitäten ($p=0,04164$). Somit ist davon auszugehen, dass die Unterneh-

⁶² Basierend auf den Klassenmittelpunkten

⁶³ Der Indikator enthält die Anzahl der Energieträger und Technologien im Erzeugungssortfolio des Unternehmens und kann somit Werte zwischen 1 und 6 annehmen.

⁶⁴ Nach Kendall-Tau

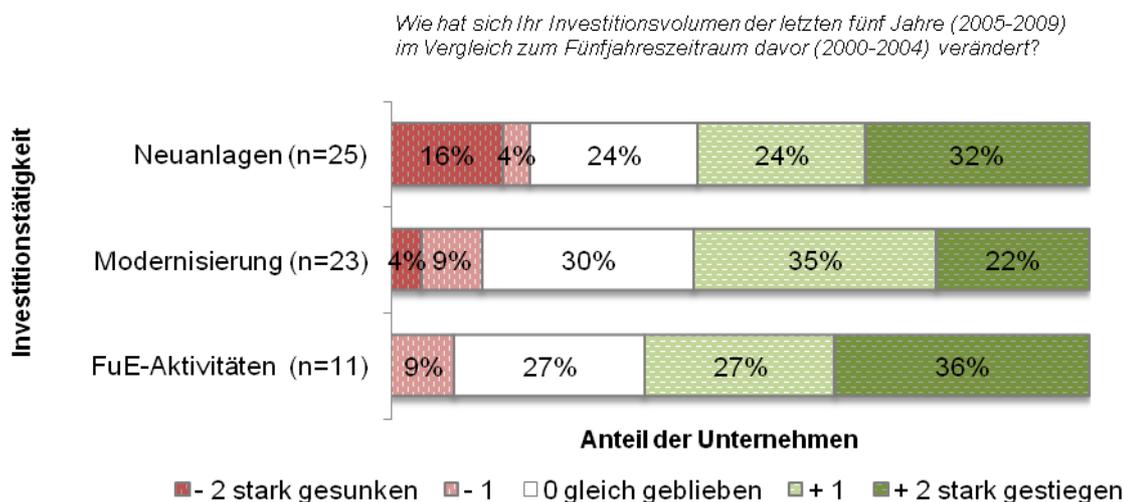
men mit ihren FuE-Aktivitäten sowohl etablierte Technologien der Elektrizitätserzeugung verbessern, als auch neuen Technologien zum Durchbruch verhelfen.

Alle Unternehmen, die FuE-Aktivitäten betreiben, gehen davon aus, dass ihre FuE-Aktivitäten, falls diese zum Erfolg führen, die CO₂-Intensität nicht erhöhen werden. Die große Mehrheit der Unternehmen (81 %) erwartet sogar eine Verringerung der CO₂-Intensität. Zieht man die Umfrageergebnisse zur Relevanz verschiedener Einflussfaktoren bei FuE-Entscheidungen hinzu (vgl. Abbildung 4-27), dürfte die Verringerung der CO₂-Intensität eine wichtige Motivation für die FuE-Aktivitäten darstellen, denn für viele Unternehmen ist der Einfluss europäischer/globaler Reduktionsziele bei Investitionsentscheidungen im Bereich Forschung und Entwicklung besonders relevant.

4.2.1.3.4 Unterschiede zwischen den Investitionstätigkeiten

Im Fünfjahreszeitraum nach der Einführung des Emissionshandels (2005-2009) haben 66 % der untersuchten Unternehmen in Neuanlagen, 62 % in Modernisierungsmaßnahmen und nur 31 % in FuE-Aktivitäten investiert. Im Hinblick auf die Veränderung des Investitionsvolumen im Vergleich zum ersten Fünfjahreszeitraum (2000-2004) ist der Unterschied zwischen Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungen einerseits, sowie Forschung und Entwicklung andererseits weniger stark ausgeprägt (vgl. Abbildung 4-29).

Abbildung 4-29: Vergleich der Investitionstätigkeiten nach Volumenveränderungen



Das Investitionsvolumen ist für alle drei Tätigkeitsbereiche bei der Mehrheit der Unternehmen, die zwischen 2005 und 2009 entsprechende Investitionen getätigt haben, im Vergleich zum ersten Fünfjahreszeitraum angestiegen. Mit 63 % bei FuE-Aktivitäten liegt der Anteil der Unternehmen, die Ihr Investitionsvolumen gesteigert haben, sogar höher als bei Modernisierungsmaßnahmen (57 %) und als bei Neuanlagen (56 %).

Die Umfrageteilnehmer investierten im Zeitraum 2005-2009 in alle Technologien, allerdings, je nach betrachteter Investitionstätigkeit, unterschiedlich stark. Neuanlageninvestitionen wurden insbesondere in den Bereichen erneuerbare Energien (außer Wind- und Wasserkraft), Stein-/Braunkohle und KWK getätigt. Letzteres war, neben Wasserkraft, ebenfalls häufig von Investitionen in Modernisierungsmaßnahmen betroffen. Die Investitionen in FuE-Aktivitäten konzentrierten sich unter den Umfrageteilnehmern insbesondere auf Maßnahmen beim Kunden (z. B. Contracting) und auf erneuerbare Energien (außer Wasser- und Windkraft).

Um die Relevanz der verschiedenen untersuchten Einflussfaktoren für die einzelnen Investitionstätigkeiten miteinander zu vergleichen, wurden jeweils die beiden höchsten Relevanzstufen (3,4) der entsprechenden Abbildungen⁶⁵ zusammengefasst und anschließend eine Rangfolge aufgestellt. Die folgende Tabelle enthält für die Investitionsentscheidungen in den untersuchten Bereichen jeweils die drei wichtigsten Einflussfaktoren und den Anteil der Unternehmen, die diese Einschätzung teilen (vgl. Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Rangfolge der wichtigsten Einflussfaktoren nach Investitionstätigkeit

Rang	Investitionstätigkeiten					
	Neuanlagen (n=29)		Modernisierung (n=29)		FuE-Aktivitäten (n=11)	
1.	PuV von Brennstoffen	79 %	PuV von Brennstoffen	76 %	Öff. Meinung	73 %
2.	PuN Strom	69 %	PuN Strom	62 %	Langfr. Klimapolitik	73 %
3.	Förderung in DE	63 %	PuV von Anlagen	55 %	PuV von Brennstoffen	64 %

Die Beurteilung der Unternehmen zur Relevanz der verschiedenen Faktoren ähnelt im Fall von Investitionen in Neuanlagen denen für Investitionen in Modernisierung. Brennstoffpreise und -verfügbarkeit, gefolgt von Strompreis und -nachfrage sind jeweils die wichtigsten Faktoren, während sich der dritte Rang unterscheidet. Neuanlageninvestitionen werden außerdem von technologiespezifischer Förderpolitik, Modernisierungsmaßnahmen außerdem von Anlagenpreisen und -verfügbarkeit, stark beeinflusst. Bei den Investitionsentscheidungen im Bereich Forschung und Entwicklung sind nicht Markpreise und Technologieförderung besonders relevant, sondern die öffentliche Meinung und Akzeptanz bestimmter Technologien sowie die langfristige Klimapolitik (europäische/globale Treibhausgasreduktionsziele). Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen stehen hier erst an dritter Stelle in der Rangfolge.

Da klimapolitische Instrumente im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren insgesamt eine untergeordnete Rolle spielen, wurde der Einfluss des Emissionshandels, des Clean Development Mechanismus (CDM) und von langfristiger Klimapolitik isoliert be-

⁶⁵ Abbildung 4-16, Abbildung 4-22, Abbildung 4-27

trachtet. Analog zur Tabelle 4-4 wurden jeweils die höchsten Relevanzstufen (3,4) zusammengelegt und die sich daraus ergebenden Prozentteile für die drei klimapolitischen Instrumente miteinander verglichen (vgl. Tabelle 4-5).

Tabelle 4-5: Rangfolge der klimapolitischen Instrumente nach Investitionstätigkeit

Rang	Investitionstätigkeiten					
	Neuanlagen (n=29)		Modernisierung (n=29)		FuE-Aktivitäten (n=11)	
1.	EU-EH	45 %	EU-EH	38 %	Langfr. Klimapolitik	73 %
2.	Langfr. Klimapolitik	31 %	Langfr. Klimapolitik	21 %	EU-EH	46 %
3.	CDM	24 %	CDM	17 %	CDM	27 %

Die Relevanz der drei untersuchten klimapolitischen Instrumente bei den Entscheidungen in Neuanlagen bzw. in Modernisierungsmaßnahmen zu investieren unterscheidet sich kaum. Der Emissionshandel hat in beiden Fällen den größten Einfluss, gefolgt von langfristiger Klimapolitik und dem Clean Development Mechanismus (CDM). Insgesamt wurden klimapolitische Instrumente bei Modernisierungsentscheidungen von den Unternehmen weniger häufig als wichtig eingestuft. Dies trifft auch auf die Relevanz der kostenlosen Zuteilung mit Emissionsrechten zu (vgl. Abbildung 4-17, Abbildung 4-23). Ganz anders dahingegen ist die Wirkung der drei untersuchten Instrumente auf FuE-Aktivitäten. Hier ist langfristige Klimapolitik für viele Unternehmen von hoher Relevanz und der Emissionshandel folgt mit deutlichem Abstand an zweiter Stelle.

Trotz des geringen Einflusses von Klimapolitik führten die meisten Investitionsmaßnahmen zu einer Senkung der CO₂-Intensität, lediglich bei Modernisierungsmaßnahmen geht ein geringer Teil der Unternehmen von einer Steigerung aus. Somit tätigen die untersuchten Unternehmen im Stromsektor auch ohne starken Einfluss klimapolitischer Maßnahmen CO₂-reduzierende Investitionen. Andere Studien gehen ebenso für die Zukunft von einer abnehmenden CO₂-Intensität der Investitionen auch ohne klimapolitischen Einfluss aus (Schleich et al. 2006).

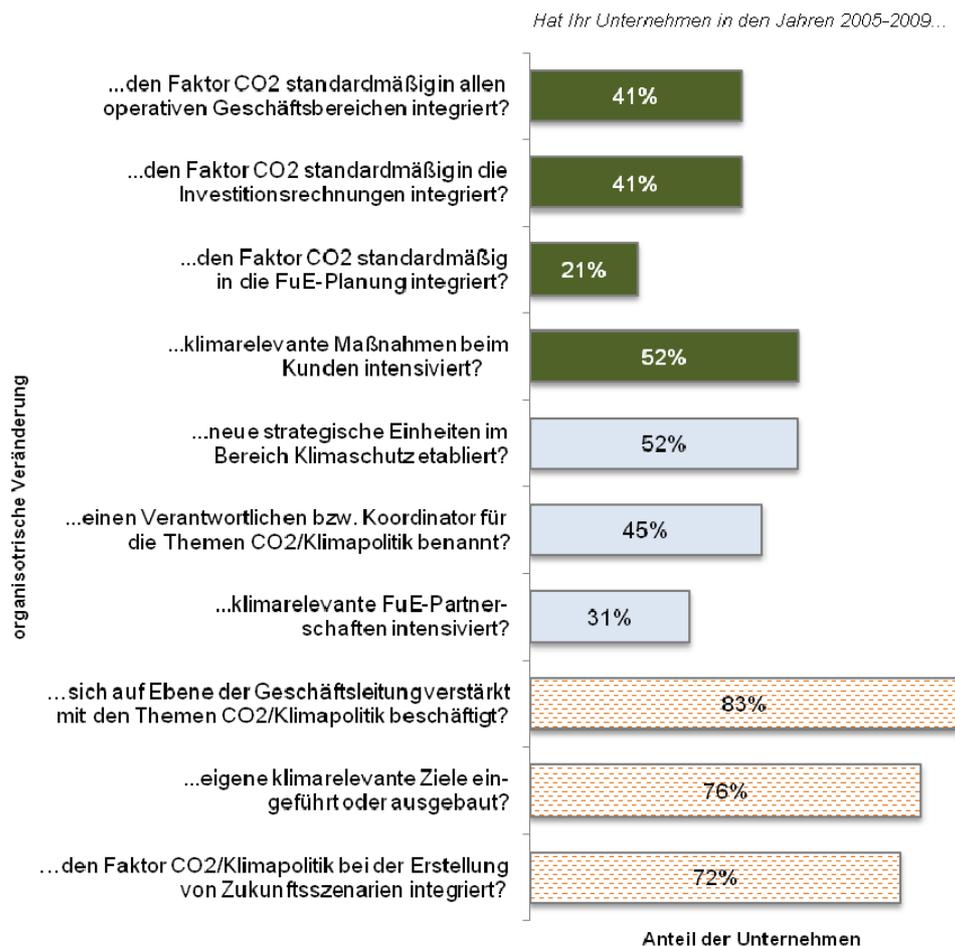
Sowohl bei Neuanlagen als auch bei Forschung und Entwicklung ist der Anteil der Investitionsaktivitäten, die als radikal bzw. inkrementell eingestuft werden können, nahezu ausgewogen. Investitionstätigkeiten, die auf existierenden Fähigkeiten im Unternehmen aufbauen, überwiegen bei Neuanlagen geringfügig, während solche, die völlig neues technologische Know-how benötigen, bei FuE-Investitionen Vorrang haben.

4.2.1.4 Organisatorische Veränderungen

In diesem Kapitel werden die klimarelevanten organisatorischen Veränderungen, die in den befragten Unternehmen seit 2005 umgesetzt wurden, erläutert, um insbesondere abzuschätzen, in welchem Maße der Faktor CO₂ in interne Unternehmensabläufe inte-

griert wurde. Abbildung 4-30 stellt die entsprechenden Umfrageergebnisse vor, bei denen drei Arten von organisatorischen Veränderungen unterschieden wurden: Veränderungen in den Prozessen und Routinen (dunkel), den Strukturen (hell) und in den Unternehmensvisionen (gestrichelt).

Abbildung 4-30: Organisatorische Veränderungen



n=29

Veränderung von Prozessen und Routinen

Im Durchschnitt hat weniger als die Hälfte der befragten Unternehmen klimarelevante Veränderungen von Prozessen und Routinen durchgeführt. Mit 52 % sind die Veränderungen für Maßnahmen beim Kunden am stärksten. Als Faktor haben hingegen nur 41 % der Unternehmen CO₂ in operative Geschäftsbereiche und in Investitionsrechnungen integriert, was vermuten lässt, dass CO₂ als Kostenfaktor bei den befragten

Unternehmen von untergeordneter Bedeutung ist. Am geringsten ist der Anteil, der Unternehmen, die CO₂ als Faktor in ihre FuE-Planung integriert hat⁶⁶.

Veränderung von organisatorischen Strukturen

Organisatorische Strukturen wurden insgesamt etwas häufiger im untersuchten Zeitraum verändert als die oben genannten Prozesse und Routinen. Bei gut der Hälfte der analysierten Unternehmen (52 %) sind neue strategische Einheiten im Bereich Klimaschutz entstanden. 45 % der Unternehmen ernannten einen Verantwortlichen für die Themen CO₂ bzw. Klimapolitik. Beides lässt darauf schließen, dass klimarelevante Themen eher zentral organisiert sind, also nicht zwangsläufig auf allen organisatorischen Ebenen der Unternehmen von Bedeutung sind. Ebenso wie für die prozeduralen Veränderungen bei Forschung und Entwicklung fiel auch bei den klimarelevanten FuE-Partnerschaften der Anteil der Unternehmen, die solche Partnerschaften in den letzten fünf Jahren (2005-2009) intensiviert haben, gering aus.

Veränderung von Firmenvisionen

Interessanterweise sind Veränderungen auf der Ebene der Firmenvisionen im Vergleich zu strukturellen und prozeduralen organisatorischem Wandel am häufigsten von den Umfrageteilnehmern vollzogen worden. So beschäftigte sich die Geschäftsleitung bei über 80 % der Unternehmen seit der Einführung des Emissionshandels im Jahr 2005 verstärkt mit dem Thema CO₂ und der Klimapolitik. Gut drei Viertel der Unternehmen hat eigene klimarelevante Ziele eingeführt oder ausgebaut und bei immerhin 72 % der Unternehmen wird inzwischen der Ausstoß von CO₂ bzw. die Klimapolitik in Zukunftsszenarien berücksichtigt.

Bei der langfristigen Ausrichtung der Unternehmen nahm der Einfluss von klimarelevanten Themen also zu, während es bei der Umsetzung und Integration in den Strukturen und Prozessen bei weniger Unternehmen zu Veränderungen kam. In den Bereichen, die Forschung und Entwicklung betreffen, kam es bei den wenigsten Unternehmen zu organisatorischen Veränderungen, was jedoch zu einem großen Teil auf die geringe FuE-Aktivität der befragten Unternehmen zurückgeführt werden kann.

4.2.1.5 Investitionen in neue Märkte

In diesem Kapitel werden die Erschließung von neuen Märkten und der Umgang der befragten Elektrizitätserzeugungsunternehmen mit dem Clean Development Mecha-

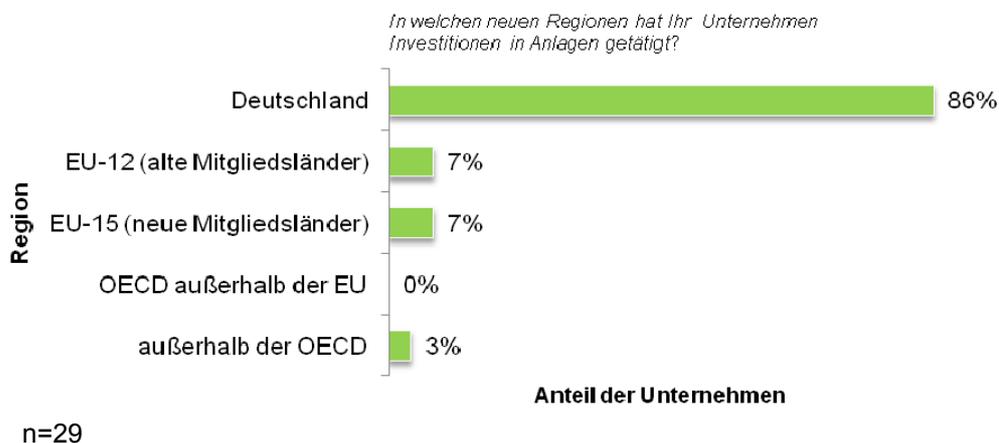
⁶⁶ Nur 50 % der Unternehmen, die an der Umfrage teilnahmen, haben überhaupt ein FuE-Budget. Betrachtet man nur diese Teilgruppe, dann beträgt der Anteil innerhalb dieser Teilgruppe 60 %.

nismus (CDM), welcher eine Möglichkeit darstellt, Reduktionsminderungsmaßnahmen in Non-Annex-1-Staaten durchzuführen, untersucht.

4.2.1.5.1 Anlageninvestitionen in neue Märkte

Alle analysierten Unternehmen haben im Zeitraum 2005-2009 Investitionen in Anlagen zur Elektrizitätserzeugung in neuen Regionen getätigt. Aus Abbildung 4-31 geht des Weiteren hervor, in welchen Regionen diese Investitionen getätigt wurden, wobei kein Unterschied in der Häufigkeit der Nennungen zwischen den alten und den neuen EU-Mitgliedsländern besteht. Investitionen außerhalb der OECD-Länder sind vernachlässigbar gering und keines der Unternehmen hat Anlageninvestitionen in andere OECD-Länder außerhalb der EU getätigt.

Abbildung 4-31: Investitionen in neue Märkte



Als Teilnehmer an dieser Studie wurden stets die direkt für die Elektrizitätserzeugung in Deutschland zuständigen Tochtergesellschaften ausgewählt. Somit fällt der Anteil der Unternehmen, die in Erzeugungsanlagen im Ausland investierten möglicherweise besonders gering aus, da entsprechende Entscheidungen an anderer Stelle innerhalb der Unternehmensgruppe getroffen werden⁶⁷.

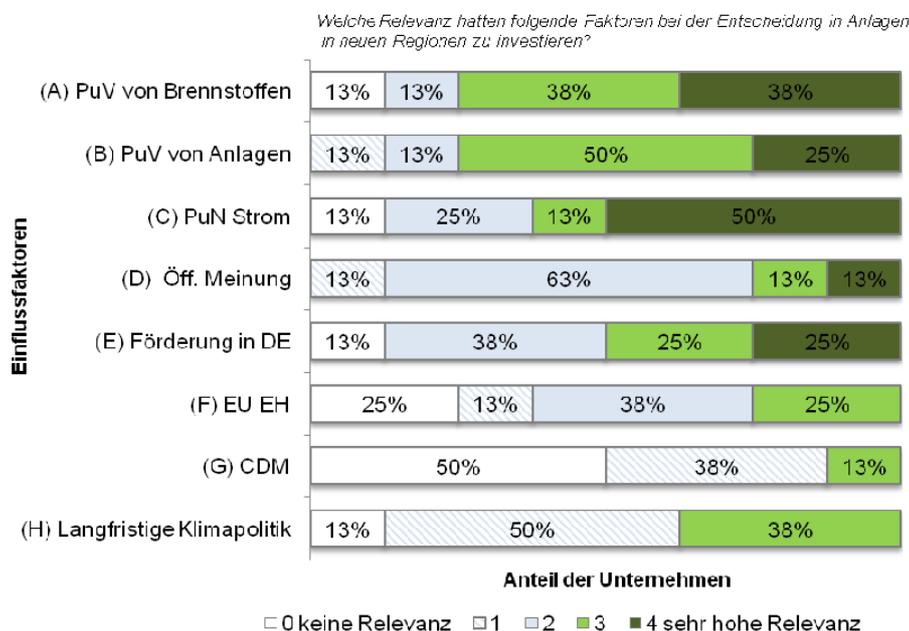
Im Folgenden wird die Relevanz einzelner Faktoren bei der Entscheidung, Investitionen in neuen Regionen zu tätigen, analog zu den Investitionstätigkeiten im Kapitel 4.2.1.3 miteinander verglichen. Aufgrund der niedrigen gültigen Fallzahlen bei dieser Frage ist zu beachten, dass die Ergebnisse, wie sie in Abbildung 4-32 dargestellt sind, nicht die Gesamtheit der Umfrageteilnehmer repräsentieren und möglicherweise eine

⁶⁷ Nur 17 % der analysierten Unternehmen gehören einer Muttergesellschaft mit Sitz im Ausland an.

geringe Aussagekraft haben. Im Rahmen der Umfrage wurden die Unternehmen nach der Relevanz folgenden Faktoren gefragt:

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (C) Preise und Nachfrage nach Strom
- (D) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (E) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (F) EU-Emissionshandel
- (G) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (H) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Abbildung 4-32: Relevanz ausgewählter Faktoren für Investitionen in neue Regionen



n=8

Preise und Verfügbarkeiten von Brennstoffen sowie Anlagen waren für viele Unternehmen bei der Entscheidung, in neue Regionen zu investieren von Bedeutung. Außerdem bewerteten die Hälfte der Unternehmen Strompreis und –nachfrage als relevant für Investitionen in neue Regionen und ein Viertel sogar als sehr relevant. Zum Einfluss der klimapolitischen Instrumente fällt keines der Unternehmen dieses Urteil. Selbst die öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz hat bei einem höheren Anteil an Unternehmen einen relevanten Einfluss auf Investitionen in neue Regionen. Der Clean Development Mechanismus ist, obwohl potentiell relevant bei Auslandsinvestitionen, mit Abstand der unwichtigste der untersuchten Einflussfaktoren. Die Bedeutung langfristiger Klimapolitik wie bspw. europäische/globale Treibhausgasreduktionsziele ist im Vergleich zum Emissionshandel nach Einschätzung der Unternehmen in etwa gleich groß.

4.2.1.5.2 CDM-Aktivitäten

Von den Teilnehmern der Umfrage haben sich im Zeitraum 2005-2009 etwa 35 % Zertifikate aus CDM-Projekten gesichert, während sich 55 % der befragten Unternehmen gegen den Kauf von CDM-Zertifikaten (CERs) entschieden haben. 10 % der Befragten wussten nicht, ob Zertifikate aus CDM-Projekte beschafft wurden. In Tabelle 4-6 sind die Quellen der CDM-Zertifikate der in diesem Bereich aktiven Firmen aufgelistet (n=5).⁶⁸

Tabelle 4-6: Arten des Kaufes von CDM-Zertifikaten

Auf welche Art hat sich Ihr Unternehmen die Zertifikate (CERs) aus dem CDM in den letzten fünf Jahren (2005-2009) gesichert? (Mehrfachnennung möglich)	
Kauf von CDM-Zertifikaten auf dem Spot-Markt (z. B. Börse)	100 %
Abschluss von Verträgen zum zukünftigen Erwerb von CDM-Zertifikaten (Futures)	60 %
Beteiligung an Fonds zum Erwerb von CDM-Zertifikaten	50 %
Vorabinvestitionen in CDM-Projekte	40 %

n=10

Alle Unternehmen gaben an, CDM-Zertifikate auf dem Spot-Markt gekauft zu haben und die Mehrheit von ihnen (60 %) hat ebenfalls Verträge zum zukünftigen Erwerb von CDM-Zertifikaten (Futures) abgeschlossen. Die Beteiligung an Fonds hat die Hälfte der Unternehmen zum Erwerb von CDM-Zertifikaten genutzt, während direkte Vorabinvestitionen in CDM-Projekte vom geringsten Anteil der Unternehmen (40 %) getätigt wurden.

In Tabelle 4-7 sind die Gründe aufgelistet, weswegen sich Unternehmen gegen eine Nutzung von Zertifikate aus CDM Projekten entschieden haben.⁶⁹

Nahezu alle Unternehmen, die sich gegen den Kauf entschieden haben, hatten keinen Bedarf an Zertifikaten. Für 31 % der Unternehmen war außerdem die Unsicherheit über die Zukunft des CDM nach dem Jahr 2012 zu groß, um in den Kauf von Zertifikaten zu investieren. Risiken in den Entwicklungsländern und bei der Anerkennung der Zertifikate durch die UNFCCC sowie der geringe Preisvorteil gegenüber Zertifikaten aus dem Emissionshandel war für 19 % der Unternehmen ein Grund, sich gegen den Kauf von Zertifikaten zu entscheiden. Unter Sonstiges wurde der geringe Bekanntheitsgrad des Mechanismus als Grund gegen den Kauf von Zertifikaten angegeben.

⁶⁸ Diese Frage wurde nur den Unternehmen gestellt, die sich *für* den Kauf von CERs entschieden haben.

⁶⁹ Diese Frage wurde nur den Unternehmen gestellt, die sich *gegen* den Kauf von CERs entschieden haben.

Tabelle 4-7: Gründe gegen den Kauf von CDM-Zertifikate

Was waren die Gründe, die gegen eine Nutzung von Zertifikaten aus dem Clean Development Mechanist gesprochen haben? (Mehrfachnennung möglich)	
Kein Bedarf an Zertifikaten	93 %
Unsicherheit über Zukunft (über 2012 hinaus) des CDM zu groß	31 %
Risiken in Entwicklungsländern zu hoch	19 %
Risiken und Dauer der Anerkennung der Zertifikate durch UNFCCC zu hoch	19 %
Zu geringer Preisvorteil gegenüber EUAs ⁷⁰ oder eigenen Maßnahmen	19 %
Sonstiges	6 %

n=16

4.2.2 Umfrageergebnisse für Technologieanbieter von Stromerzeugungstechnologien

4.2.2.1 Unternehmensstruktur und Produktportfolio

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse der 48 Technologieanbieter, die Anlagen und Komponenten zur Elektrizitätserzeugung liefern und an der Umfrage teilgenommen haben, bezüglich wesentlicher Unternehmenseigenschaften wie Größe, Struktur und Zusammensetzung des Produktportfolios, zusammen.

Unter den analysierten Technologieanbietern sind, gemessen an Umsatz und Anzahl der Beschäftigten, sowohl sehr kleine als auch sehr große Unternehmen vertreten, wobei die Mehrheit in 2008 weniger als 50 Mio. € erwirtschaftet und maximal 250 Mitarbeiter beschäftigt hat (vgl. Abbildung 4-33).

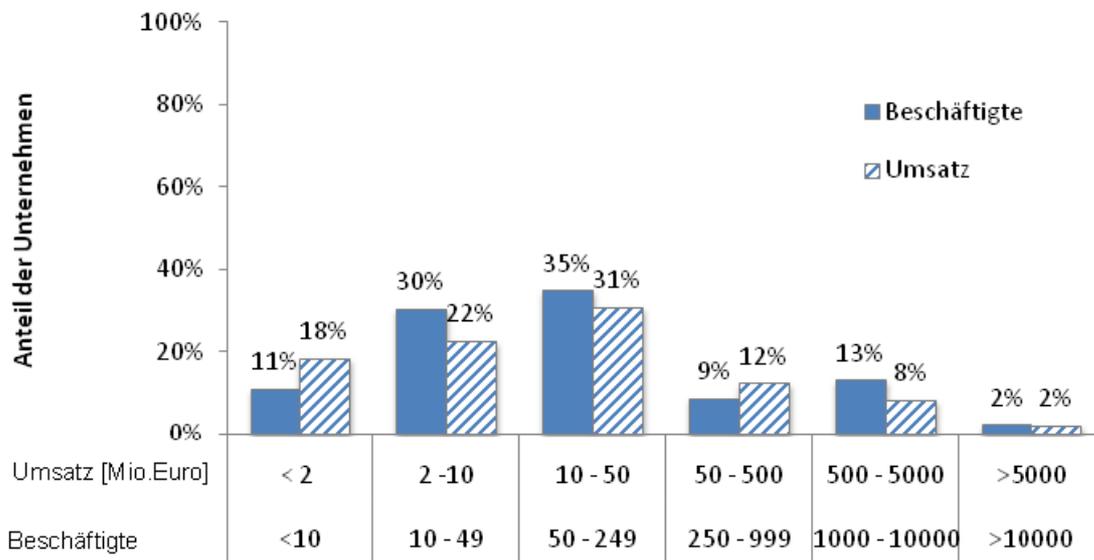
Insgesamt zählen sogar über 30 % der Technologieanbieter zu den mittelständischen⁷¹ sowie weitere etwa 25 % zu den kleinen⁷² Unternehmen. 58 % der Unternehmen sind eigenständig und gehören keiner Unternehmensgruppe an. Die meisten der übrigen untersuchten Technologieanbieter sind Tochtergesellschaften eines Mutterkonzerns mit Hauptsitz in Deutschland. Nur 2 % der Umfrageteilnehmer gaben als Hauptsitz ihrer Unternehmensgruppe andere Länder an, darunter Österreich, Kanada, Spanien, Japan und die Vereinigten Staaten.

⁷⁰ Zertifikate aus dem Emissionshandel

⁷¹ nach Richtlinie 96/280/EC: Unternehmen mit 50-250 Mitarbeitern und 10-50 Mio. € Umsatz

⁷² nach Richtlinie 96/280/EC: Unternehmen mit 10-50 Mitarbeitern und 2-10 Mio. € Umsatz

Abbildung 4-33: Umsatz und Beschäftigte der Technologieanbieter im Jahr 2008



n=48

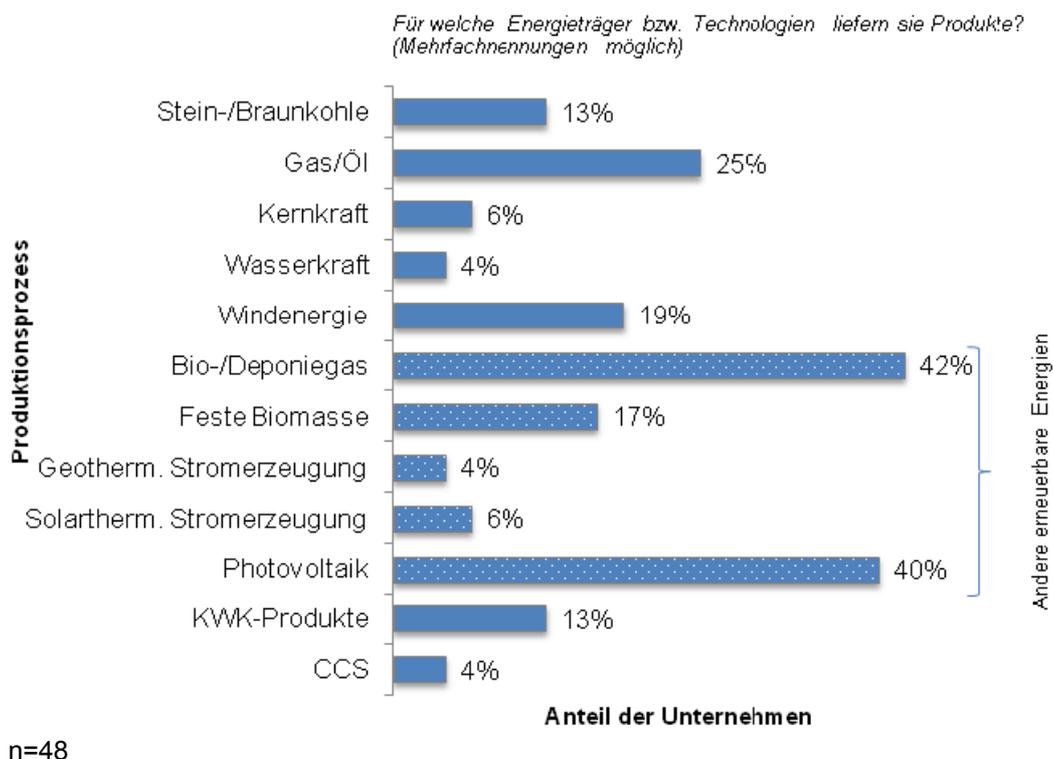
Im Rückblick auf vergangene Jahre konnten die meisten Unternehmen von einer positiven Umsatzentwicklung profitieren. Bei 52 % der Unternehmen ist seit 2005 der Umsatz sogar sehr stark gestiegen. Dennoch ist die Mehrheit der untersuchten Technologieanbieter von den Auswirkungen der Wirtschaftskrise in Form von Umsatzrückgängen betroffen. Ein Drittel der Umfrageteilnehmer gab an, mehr als 10 % des Umsatzes eingebüßt zu haben. Somit haben die Technologieanbieter zwar insgesamt eine positivere Umsatzentwicklung als die Erzeugungsunternehmen im Stromsektor, aber auch stärkere Rückgänge durch die Wirtschaftskrise zu verzeichnen.

Im Durchschnitt betrug der Anteil des Umsatzes, der im Jahr 2008 von den analysierten Unternehmen in Deutschland erwirtschaftete wurde, gut 60 %. Für die anderen untersuchten Regionen fällt er deutlich geringer aus, wobei der Unterschied zwischen den alten und neuen EU-Mitgliedsländern mit jeweils etwa 13 % vernachlässigbar klein ist. In OECD-Ländern außerhalb der EU wurden im Durchschnitt 8 % und in Ländern außerhalb der OECD im Durchschnitt 3 % des Umsatzes erwirtschaftet, wobei mehr als 60 % der Unternehmen gar keinen Umsatz außerhalb der EU erwirtschaftet haben. Der Anteil des Umsatzes, den die untersuchten Technologieanbieter mit Produkten zur Elektrizitätserzeugung erwirtschaften variiert stark, beträgt jedoch bei der Mehrheit der Unternehmen (65 %) mehr als Dreiviertel des Gesamtumsatzes. Somit kann von einer deutlichen Einflussnahme von Entwicklungen im Stromsektor auf die Technologieanbieter ausgegangen werden.

Unter dem Begriff Technologieanbieter sind nicht nur jene Unternehmen zu verstehen, die Anlagen direkt an die Elektrizitätserzeugungsunternehmen verkaufen, sondern

auch jene, die nur einzelne Komponenten für den Herstellungsprozess bereitstellen. Letzteres trifft auf 67 % der Unternehmen zu, die an der Umfrage teilgenommen haben. Abbildung 4-34 verdeutlicht, für welche Art der Elektrizitätserzeugung die analysierten Unternehmen Produkte in ihrem Portfolio haben. Die Liste der Energieträger und Technologien ist analog zu dem untersuchten Portfolio der Elektrizitätserzeugungsunternehmen aufgebaut und wurde zusätzlich im Bereich der erneuerbaren Energien um fünf verschiedene Kategorien erweitert (gepunktete Balken), um gegebenenfalls Besonderheiten innerhalb dieser heterogenen Gruppe herauszuarbeiten. Es fällt auf, dass ein besonders großer Anteil von Unternehmen Anlagen bzw. Komponenten für Bio-/Deponiegas und Photovoltaik anbietet, was bei der weiteren Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollte.

Abbildung 4-34: Produkte für den Stromsektor⁷³



⁷³ Als Antwortkategorien wurde den Technologieanbietern eine im Vergleich zu den Elektrizitätserzeugern detailliertere Liste der erneuerbaren Energien vorgelegt.

4.2.2.2 Geschäftsumfeld und Auswirkungen von Klimaregulierungen

In diesem Kapitel wird untersucht, wie die Technologieanbieter von den Veränderungen der Rohstoff- und Energiepreise sowie der umweltpolitischen Maßnahmen betroffen waren.

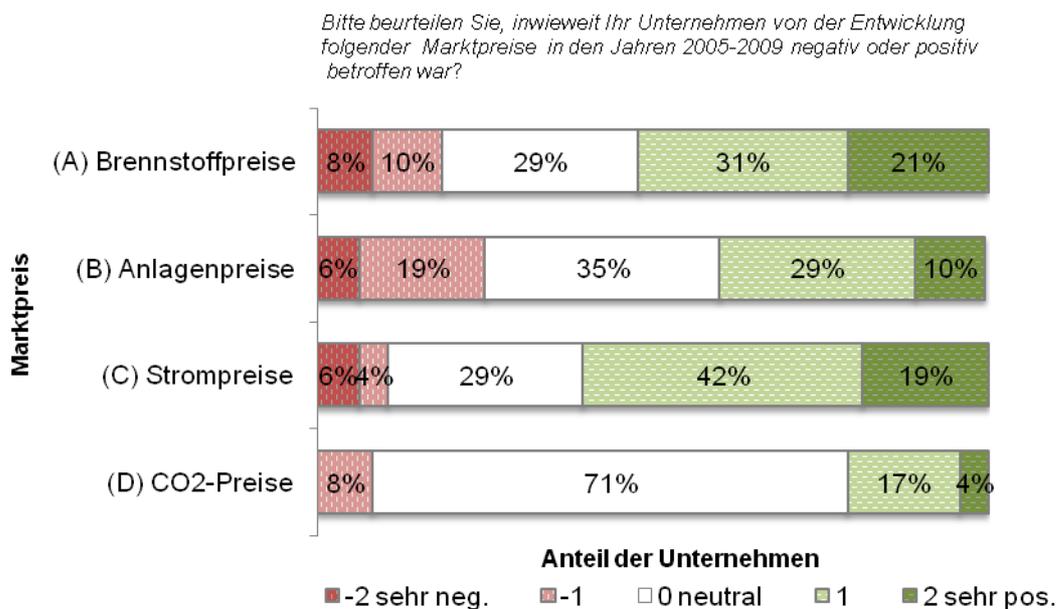
4.2.2.2.1 Geschäftsumfeld

In Abbildung 4-35 ist dargestellt, wie stark die Unternehmen von den Veränderungen folgender Marktpreise betroffen waren:

- (A) Brennstoffpreise
- (B) Anlagenpreise
- (C) Strompreise
- (D) CO₂-Preise

Insgesamt waren die analysierten Technologieanbieter an eher positiv als negativ von den untersuchten Marktpreisen in den Jahren 2005-2009 betroffen, wobei die Wirkung der CO₂-Preisentwicklung von der Mehrheit der Unternehmen (71 %) als neutral bewertet wurde. Mit 61 % beurteilten mehr Unternehmen die Strompreisentwicklung als positiv als dies bei Brennstoffstoffpreisen der Fall ist. Die Betroffenheit von der Entwicklung der Anlagenpreise bewerteten nur 39 % der Unternehmen als positiv und 25 % sogar als negativ.

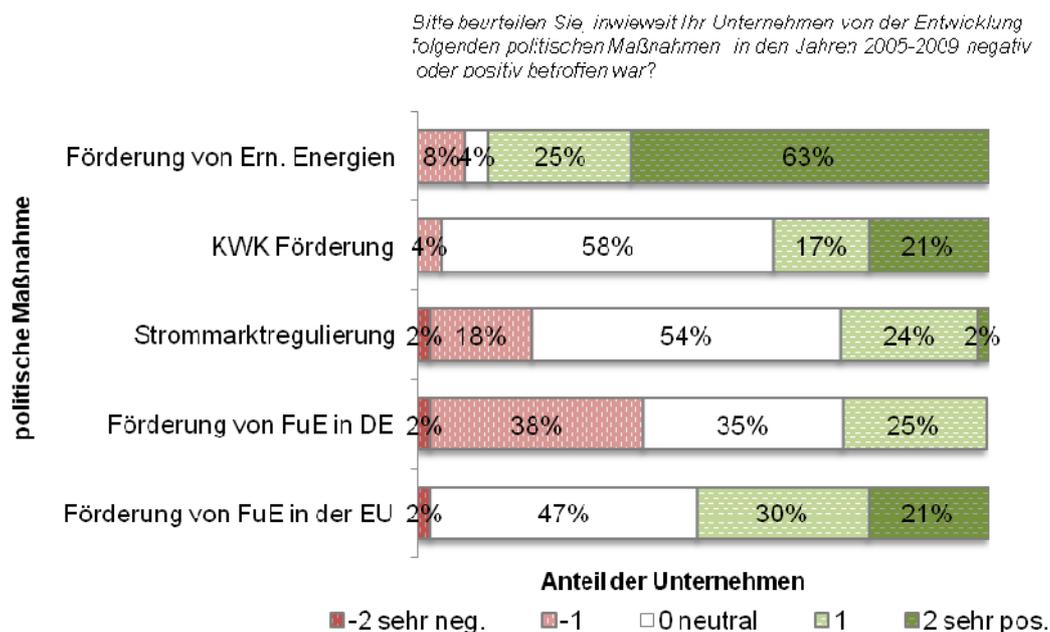
Abbildung 4-35: Betroffenheit der Technologieanbieter von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise



n=48

Des Weiteren wurden die Auswirkungen der politischen Rahmenbedingungen untersucht (vgl. Abbildung 4-36). Eine große Mehrheit der analysierten Unternehmen gab an, in den Jahren 2005-2009 von der Förderung erneuerbarer Energien positiv betroffen gewesen zu sein, was auf die weiter Verbreitung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien im Produktportfolio dieser Unternehmen zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 4-34). Insbesondere der Anteil der sehr positiv betroffenen Unternehmen ist mit 63 % ein eindeutiger Beleg für die hohe Wirkung der politischen Maßnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien. Ebenfalls als insgesamt positiv bewerteten die analysierten Technologieanbieter die Förderung von KWK-Anlagen sowie von Forschung und Entwicklung auf europäischer Ebene, wohingegen die Beurteilung des Einflusses der Strommarktregulierung eher gemischt aus fällt. Interessanterweise gaben 40 % der Unternehmen an negative von der Förderung von Forschung und Entwicklung in Deutschland betroffen gewesen zu sein.

Abbildung 4-36: Betroffenheit der Technologieanbieter von den politischen Rahmenbedingungen



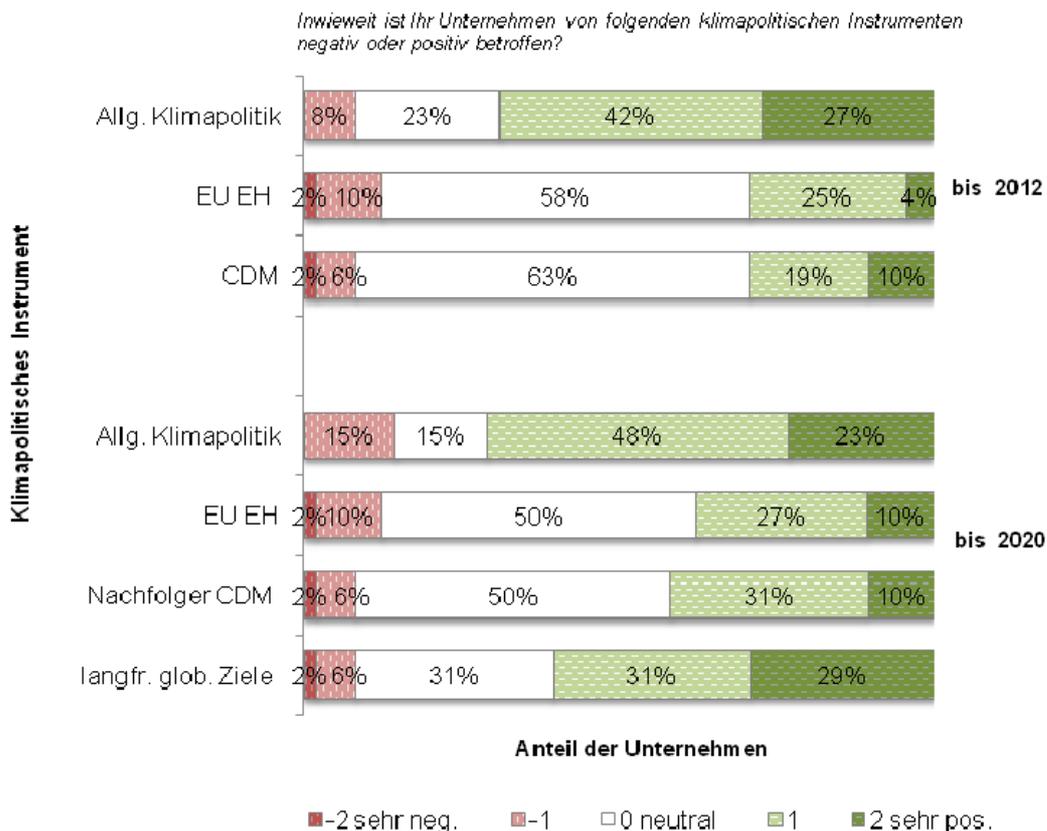
n=48

4.2.2.2 Betroffenheit von klimapolitischen Regulierungen

Im Folgenden werden die kurzfristigen (2005-2012) Auswirkungen von klimapolitischen Instrumenten auf die Technologieanbieter im Stromsektor den langfristigen (2012-2020) gegenüber gestellt. Abbildung 4-37 zeigt, dass sowohl für Klimapolitik im Allgemeinen als auch für die einzelnen untersuchten Instrumente über einen längeren Be-

trachtungshorizont gesehen mehr Unternehmen mit positiven Auswirkungen für sich rechnen.

Abbildung 4-37: Auswirkung der Klimapolitik auf die Technologieanbieter



n=48

Bei einer langfristigen Betrachtung fühlen sich nur auf der Ebene der allgemeinen Klimapolitik und auch nur geringfügig mehr Unternehmen sowohl positiv als auch negativ durch Klimapolitik betroffen als bei einer kurzfristigen. Nur noch 15 % der untersuchten Unternehmen gehen davon, auch bis zum Jahr 2020 gar nicht von der allgemeinen Klimapolitik betroffen zu sein. Für den Emissionshandel und den Clean Development Mechanismus treffen dieses Urteil bis zum Jahr 2020 immer noch die Hälfte der untersuchten Unternehmen. Insgesamt ist die Betroffenheit der Technologieanbieter durch diese beiden Instrumente also deutlich geringer, wobei in beiden Fällen die Anzahl der betroffenen Unternehmen für die langfristige Perspektive zunimmt. Interessanterweise rechnen bis zum Jahr 2020 41 % der Unternehmen mit einer positiven Wirkung des CDM, während dies vom Emissionshandel nur 37 % erwarten. Möglicherweise erhoffen sich einige Unternehmen neue Geschäftschancen im Rahmen von CDM-Projekten. Die langfristige Klimapolitik in Form von europäischen oder globalen Treibhausgasreduktionszielen bewerten bei einer Betrachtung bis zum Jahr 2020 60 % der Umfrageteil-

nehmer als positiv für ihr Unternehmen. Im Vergleich zu den Einschätzungen der Elektrizitätserzeuger (vgl. Abbildung 4-11) gehen unter den Technologieanbietern deutlich mehr Unternehmen davon aus, in Zukunft von der allgemeinen Klimapolitik profitieren zu können.

Wie bereits erwähnt, müssen diese Einschätzungen im Zusammenhang mit dem angebotenen Produktportfolio gesehen werden. Produkte zur Nutzung erneuerbare Energieträger, insbesondere in den Bereichen Bio-/Deponiegas und Photovoltaik, kommen besonders häufig im Produktportfolio der untersuchten Unternehmen vor (vgl. Abbildung 4-3). Anbieter dieser Technologien bewerteten den Einfluss allgemeiner Klimapolitik auf ihr Unternehmen vorteilhaft. Die analysierten Antworten korrelieren hier bei einer Betrachtung bis zum Jahr 2012 positiv und statistisch signifikant für Anbieter von Photovoltaik- und Biogasprodukten, sowie negativ für solche von Stein-/Braunkohleprodukten⁷⁴.

Außerdem haben 58 % der untersuchten Unternehmen lediglich Produkte für einen Energieträger bzw. eine Elektrizitätserzeugungstechnologie in ihrem Portfolio. Für die erhobenen Daten gilt, je weniger Energieträger bzw. Technologien vom Produktportfolio der Unternehmen abgedeckt werden, desto negativer fühlen sich die Unternehmen von der allgemeinen Klimapolitik betroffen. Es besteht eine negative und statistische signifikante Korrelation der entsprechenden Variablen sowohl für die kurzfristige ($p=0,029$) als auch für die langfristige Perspektive ($p=0,026$)⁷⁵.

Des Weiteren wurden die Technologieanbieter nach ihrer Einschätzung gefragt, wie sich die Klimapolitik auf die Endabnehmer ihrer Produkte für den Stromsektor auswirkt (vgl. Abbildung 4-38). Hier fällt der Unterschied zwischen den beiden Betrachtungshorizonten deutlich geringer aus als bei der Einschätzung der eigenen Betroffenheit.

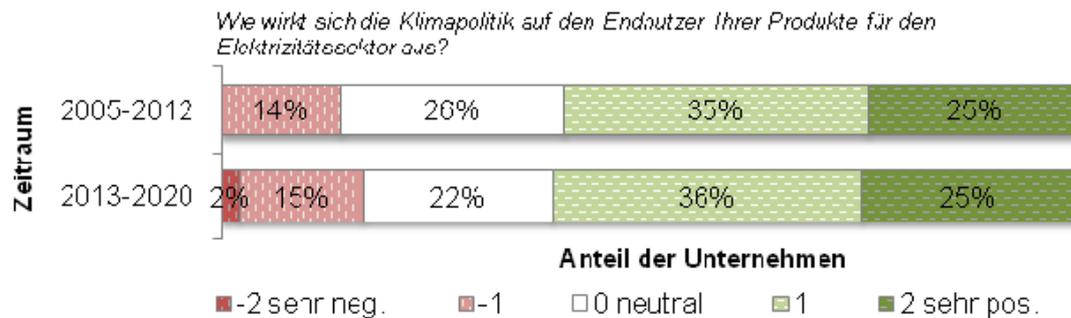
Auch wenn diese Umfrageergebnisse nicht mit denen der Elektrizitätserzeugungsunternehmen übereinstimmen (vgl. Kapitel 4.2.1.2.2), so ist dennoch von einer realistischen Einschätzung durch die Technologieanbieter auszugehen. Zum einen liefern 67 % der untersuchten Unternehmen an andere Anlagenbauer und nicht an Elektrizitätserzeugungsunternehmen und zum anderen werden mehrheitlich Produkte zur Nutzung erneuerbarer Energien verkauft, deren Käufer eher positiv von Klimapolitik betroffen sind. Insgesamt wird deutlich, dass die klimapolitischen Rahmenbedingungen im Stromsektor nicht nur die direkt regulierten Unternehmen beeinflussen, sondern ebenso die Anbieter bestimmter Technologien davon profitieren können. Andererseits ist ebenfalls aus den Daten ersichtlich, dass dem EU-Emissionshandel nahezu keine Wir-

⁷⁴ Nach Kendall-Tau: Photovoltaik ($p=0,008$), Biogas ($p=0,096$) und Stein-/Braunkohle ($p=0,004$)

⁷⁵ Nach Kendall-Tau

kung zugesprochen wird, da er wahrscheinlich für die Kunden der Technologieanbieter ebenso wenig relevant ist.

Abbildung 4-38: Bewertung der Klimapolitik auf die Endnutzer der Produkte von den Technologieanbietern



n=48

4.2.2.3 Absatzmärkte der Technologieanbieter

In diesem Abschnitt werden die Entwicklungen auf den unterschiedlichen Absatzmärkten der Technologieanbieter, die an der Umfrage teilgenommen haben, erläutert. Dabei wurde sowohl die Nachfrageentwicklung für unterschiedliche Produktgruppen als auch die Veränderung der Absatzmärkte in verschiedenen Regionen untersucht. Außerdem werden die Umfrageergebnisse zu den Investitionsaktivitäten der Technologieanbieter im Rahmen des Clean Development Mechanismus (CDM) vorgestellt. Der CDM stellt eines der untersuchten klimapolitischen Instrumente dar und ist potentiell für Investitionen der Technologieanbieter in Entwicklungs- und Schwellenländern relevant.

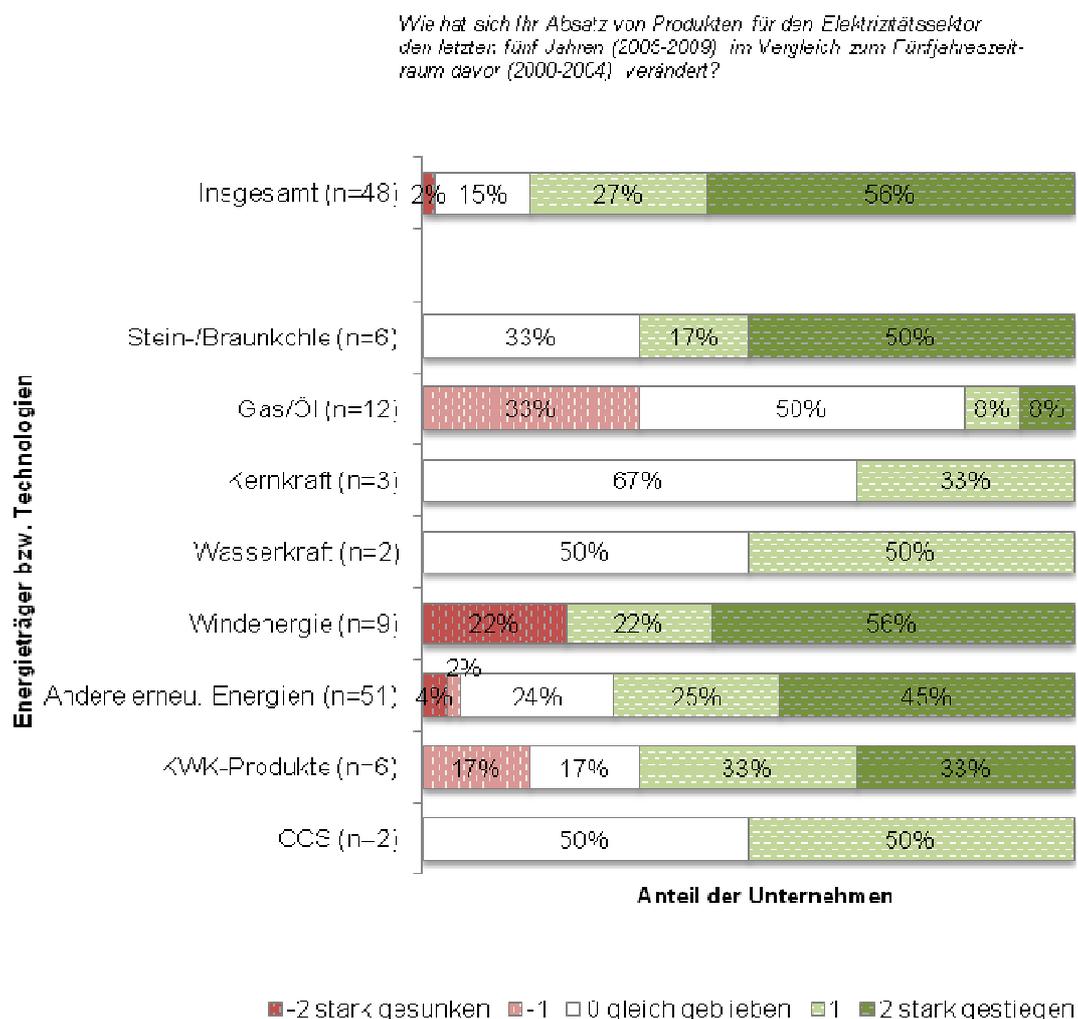
4.2.2.3.1 Veränderung des Absatzmarktes

Der Absatz von 83 % der Technologieanbieter, die an der Umfrage teilgenommen haben, ist in dem Fünfjahreszeitraum nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) im Vergleich zu dem Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) gestiegen, während er bei nur 2 % der Unternehmen gesunken ist. Insgesamt ist die Absatzentwicklung damit deutlich positiv zu bewerten, wobei Produkte zur Elektrizitätserzeugung einiger Energieträger bzw. Technologien eine gegenläufige Entwicklung aufweisen, wie Abbildung 4-39 zu entnehmen ist.

Die analysierten Technologieanbieter haben bei Produkten für etablierte Energieträger und Technologien, wie Stein-/Braunkohle und Kern- und Wasserkraft einen steigenden Absatz zu verzeichnen, während im Bereich der anderen erneuerbaren Energien ein Teil der Unternehmen von einem Absatzrückgang betroffen ist. Bei 22 % der Unternehmen, die Produkte zur Windenergienutzung herstellen, hat sich der Absatz im Fünf-

jahreszeitraum nach der Einführung des Emissionshandels (2005-2009) im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum zuvor stark negativ entwickelt. Für Produkte im Bereich anderer erneuerbarer Energien sind insgesamt 6 % der Unternehmen von einer negativen Absatzentwicklung betroffen. Eine Betrachtung der nicht aggregierten Daten zeigt, dass dies insbesondere auf Technologieanbieter aus den Bereichen Photovoltaik, solarthermische Stromerzeugung und Bio-/Deponiegasnutzung zurückzuführen ist.

Abbildung 4-39 Veränderung des Absatzes der Technologieanbieter in verschiedenen Bereichen⁷⁶



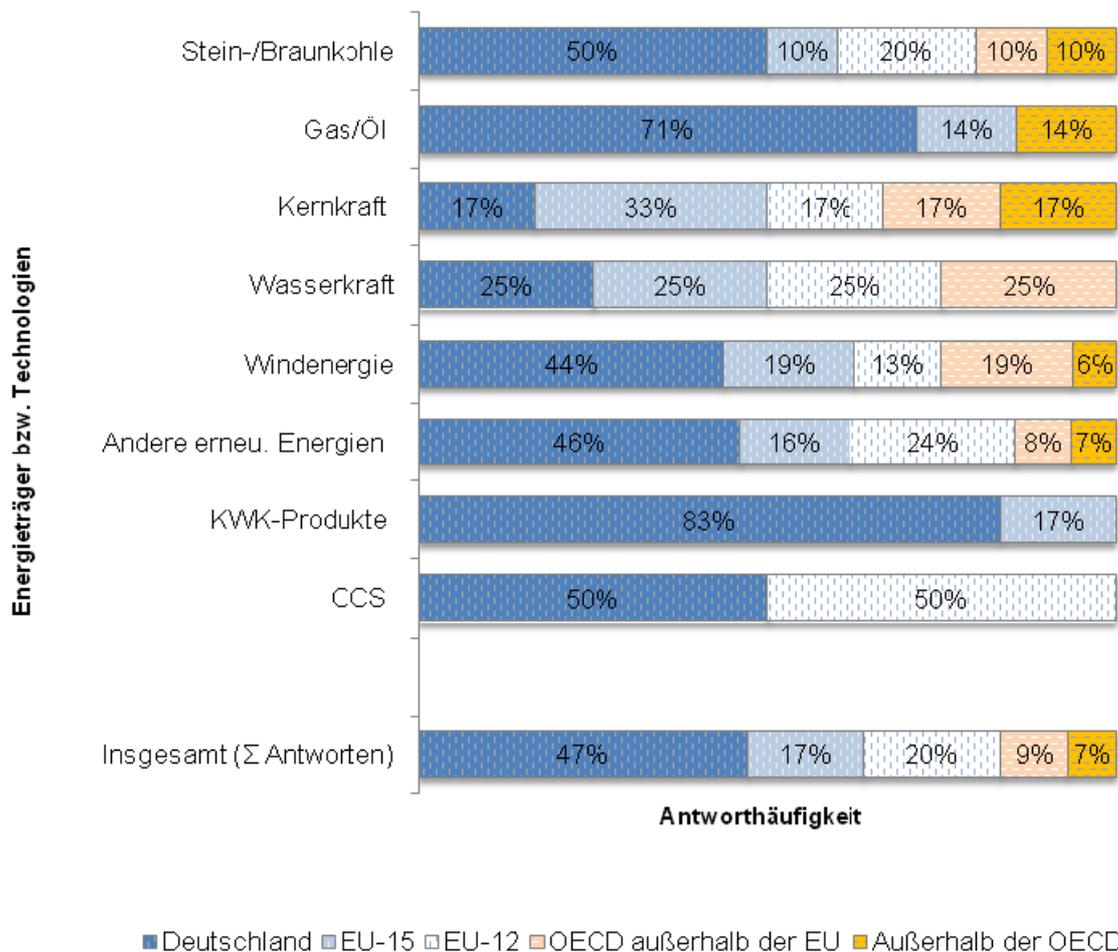
⁷⁶ Für diese und alle folgenden Darstellungen wurden alle erneuerbaren Energien und Technologien zu ihrer Nutzung (außer Wasser- und Windkraft) zusammengefasst: also Bio-/Deponiegas, feste Biomasse, geo- und solarthermische Stromerzeugung sowie Photovoltaik.

Von den etablierten Energieträgern und Technologien sind lediglich Produkte zur Nutzung von Gas/Öl von einem Absatzrückgang bei immerhin 33 % der Unternehmen betroffen, was sicherlich auf die gestiegenen Brennstoffpreise zurückzuführen ist. In diesem Zusammenhang lässt sich auch der Rückgang des Absatzes bei KWK-Technologien zu verstehen.

Im Hinblick auf die Veränderung der Absatzmärkte in verschiedenen Regionen fallen die Umfrageergebnisse ebenfalls je nach betrachteter Produktgruppe unterschiedlich aus (vgl. Abbildung 4-40).

Abbildung 4-40: Gestiegene Absatzmärkte nach Ländergruppen

In welchen Regionen ist in den letzten fünf Jahren (2005-2009) Ihr Absatz im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum zuvor (2000-2004) gestiegen?



Der Absatz KWK-spezifischer Produkte sowie für solche zur Nutzung von Gas/Öl im Stromsektor hat sich überwiegend in Deutschland positiv verändert. Für Kernkraft und

Wasserkraft ist dies nicht der Fall, da häufiger ein Zuwachs in anderen EU-Mitgliedsländern angegeben wurde. Produkte aus den Bereichen Windkraft und anderer erneuerbarer Energieträger sind etwa zu gleichen Teilen auf dem heimischen wie auf ausländischen Märkten im Absatz gestiegen, wobei Windenergieprodukte vor allem außerhalb Europas, andere erneuerbare Energien eher innerhalb Europas gewachsen sind. Die nicht aggregierten Umfragedaten zeigen, dass der Absatz für Produkte zur Nutzung von fester Biomasse und Bio-/Deponiegas, insbesondere in den neuen EU-Mitgliedsländern, im Zeitraum 2005-2009 gewachsen ist.

Interessanterweise ist der Absatz für KWK-spezifische Produkte nahezu ausschließlich innerhalb Deutschlands und nur bei sehr wenigen Unternehmen auch innerhalb der EU-15 Länder gewachsen (alte Mitgliedsländer). Möglicherweise hängt dies mit landesspezifischen Rahmenbedingungen für die KWK-Nutzung zusammen, da in Deutschland Elektrizitätserzeugungsunternehmen im Rahmen des KWK-Gesetzes gefördert werden. Erwartungsgemäß hat die Absatzsteigerung von Produkten zur Kernkraftnutzung in Deutschland im Vergleich zu den anderen Regionen eine sehr geringe Bedeutung. Außerdem wurden in diesem Bereich am häufigsten Zuwächse außerhalb Europas genannt. Die Absatzsteigerungen nach Regionen für Produkte zur Nutzung von Stein-/Braunkohle entsprechen etwa dem Mittelwert der beschriebenen Extreme. Insgesamt wurden 53 % der genannten Absatzsteigerungen innerhalb des zweiten Fünfjahreszeitraums im Vergleich zum vorherigen außerhalb Deutschlands erzielt.

Neben Absatzsteigerungen in den verschiedenen Regionen, haben die Unternehmen mit ihren Produkten auch neue Märkte erschlossen, auf denen sie im Fünfjahreszeitraum 2000-2004 noch nicht tätig waren. Markteintritte sind bei Produkten für alle der untersuchten Energieträger bzw. Technologien insbesondere im europäischen Ausland vollzogen worden. Mit 26 % haben etwa genauso viele Unternehmen angegeben, einen neuen Markt in einem der alten EU-Mitgliedsländer erschlossen zu haben, wie Unternehmen, die dies innerhalb Deutschlands taten⁷⁷. Für Produkte im Bereich der Windenergie und erneuerbaren Energien sowie spezifische KWK-Produkte hatte die Markterschließung außerhalb Europas ebenfalls eine große Bedeutung. Besonders viele Markteintritte gab es mit Produkten zur Nutzung von Bio-/Deponiegas sowie im Photovoltaik-Bereich. Mit Produkten zur Nutzung von Stein-/Braunkohle als Energieträger hat zwischen 2005 und 2009 nur ein Unternehmen einen neuen Markt erschlossen und dies im Inland.

⁷⁷ Da Mehrfachnennungen möglich waren und die Antworthäufigkeiten ausgewertet wurden, kann es sich dabei um Schnittmengen handeln.

Im Rahmen des Clean Development Mechanism (CDM) haben 13 % der untersuchten Unternehmen Produkte für entsprechende Projekte geliefert. Der Anteil am Umsatz, den diese Unternehmen mit Lieferungen für CDM-Projekte erwirtschafteten, variiert von 0 bis 15 % und liegt im Durchschnitt bei 8 %. Die beteiligten Unternehmen lieferten im Rahmen von CDM-Projekten KWK-spezifische Produkte sowie solche zur Nutzung von Gas/Öl und Bio-/Deponiegas: letzteres trifft für den angegebenen Zeitraum 2005-2009 nach Einführung des Emissionshandels auf zwei Drittel der untersuchten Fälle zu. Die Bedeutung von CDM-Projekten für den strategischen Markteintritt in Entwicklungs- oder Schwellenländer wurde von 34 % der betreffenden Unternehmen als sehr relevant eingestuft, wobei kein Zusammenhang zwischen dieser Einschätzung und dem Energieträger bzw. der Technologie für die Produkte geliefert worden sind, besteht⁷⁸.

4.2.2.3.2 Absatzmärkte von Produkten mit hoher Energieausbeute

Dieser Abschnitt stellt die Ergebnisse zu den Einschätzungen der Technologieanbieter, die an der Umfrage teilgenommen haben, bezüglich der Rolle der Energieeffizienz bei der Nachfrage nach ihren Produkten im Stromsektor, vor. Dazu wurden die Technologielieferanten gefragt, für welche Energieträger und Technologien zur Elektrizitätserzeugung die Kunden verstärkt Produkte mit der höchsten Energieeffizienz nachfragen. Abbildung 4-41 fasst die entsprechenden Ergebnisse zusammen und verdeutlicht, dass KWK-spezifische Produkte am stärksten von einer steigenden Bedeutung der Energieeffizienz beim Kunden betroffen sind. Neben Technologien für KWK-Anlagen sind auch solche zur Nutzung von Stein-/Braunkohle verstärkt mit hoher Energieausbeute von den Kunden der untersuchten Technologieanbieter gefragt. Im Vergleich haben dies für Produkte zur Nutzung erneuerbarer Energien weniger Unternehmen, darunter insbesondere solche, die Technologien zur Bio-/Deponiegas Nutzung oder im Photovoltaik-Bereich anbieten, bestätigt.

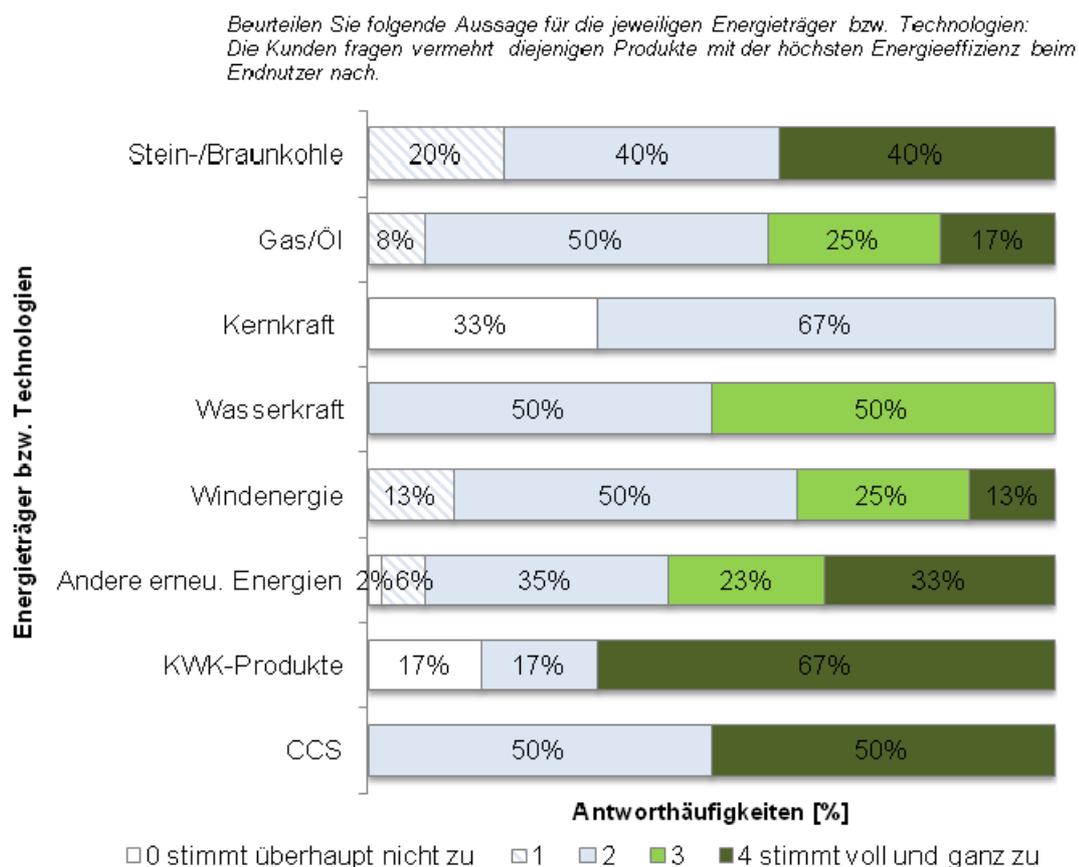
Neben der Betrachtung nach Energieträger bzw. Technologie ermöglichen die erhobenen Daten auch eine differenzierte Aussage bezüglich der Ländergruppen, in denen verstärkt Produkten mit der höchsten Energieausbeute verkauft wurden (vgl. Abbildung 4-42). Der jeweilige Anteil bezieht sich auf die Unternehmen, die in den entsprechenden Ländern einen Umsatz aufweisen. Der heimische Markt liegt dabei deutlich vor dem europäischen und dem übrigen Ausland.

77 % der Unternehmen gaben an, dass sie ihre Produkte mit der höchsten Energieausbeute vorwiegend in Deutschland verkaufen. Es folgen an zweiter Stelle mit deutli-

⁷⁸ Kreuztabelle Relevanz für strategischen Markteintritt gegen über Energieträger bzw. Technologie, für die Produkte geliefert worden sind.

chem Abstand die neuen EU-Mitgliedsländer, in denen sich auch für die untersuchten Unternehmen der Absatz am zweitstärksten entwickelt hat. Erwartungsgemäß spielt die Nachfrage außerhalb der OECD nach Produkten mit der höchsten Energieausbeute für die Technologieanbieter eine geringe Rolle.

Abbildung 4-41: Veränderung der Bedeutung von Produkten mit hoher Energieausbeute bei der Nachfrageentwicklung⁷⁹

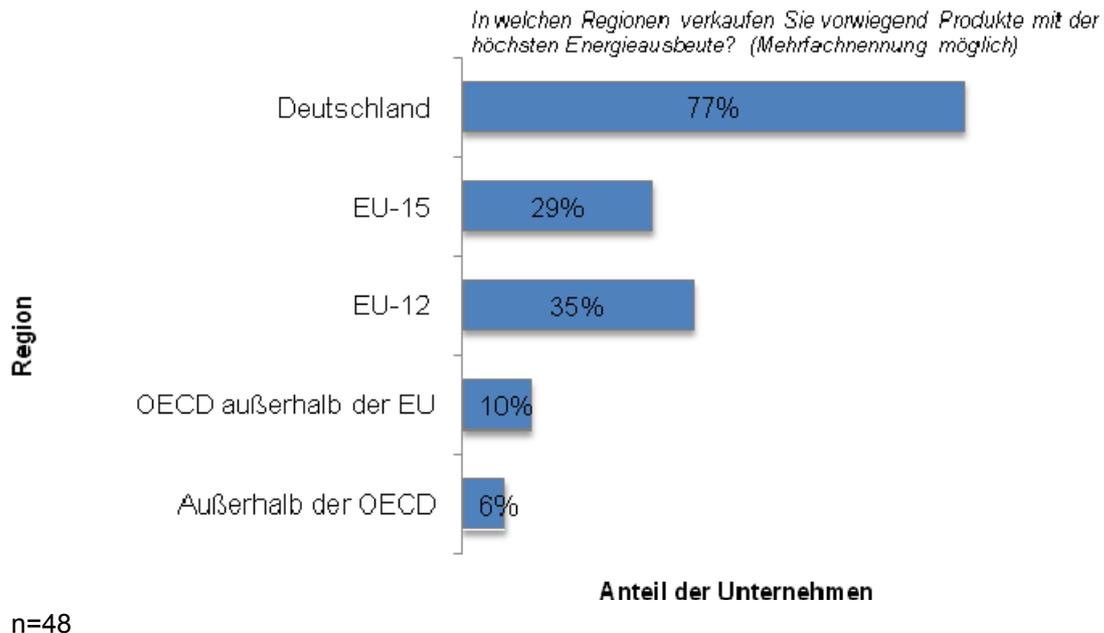


Ob und inwieweit die Einführung des Emissionshandels mit der gestiegene Nachfrage nach Produkten mit der höchsten Energieausbeute zusammenhängt, kann anhand der vorliegenden Daten nicht genau geklärt werden. Zwar ist offensichtlich, dass Produkte mit hoher Energieausbeute in Ländern, in denen der Emissionshandel eingeführt wurde, stärker bei den untersuchten Technologieanbieter nachgefragt werden, doch besteht zwischen Deutschland und dem übrigen Europa ebenfalls ein deutlicher Unterschied. Dies könnte sowohl auf landesspezifische Besonderheiten wie auch auf die

⁷⁹ * Prozentsatz bezieht sich auf die Antworhäufigkeiten und nicht auf den Anteil der Unternehmen

vorwiegend nationale Ausrichtung der Technologieanbieter, die an der Umfrage teilgenommen haben, zurückzuführen sein. Außerdem ist der Kauf von Produkten mit hoher Energieausbeute oft auch mit einer Kostenreduktion für den Kunden verbunden, die umso größer ist, je höher die Brennstoffpreise ausfallen.

Abbildung 4-42: Verkauf von Produkten mit der höchsten Energieeffizienz nach Regionen bei den Technologieanbietern

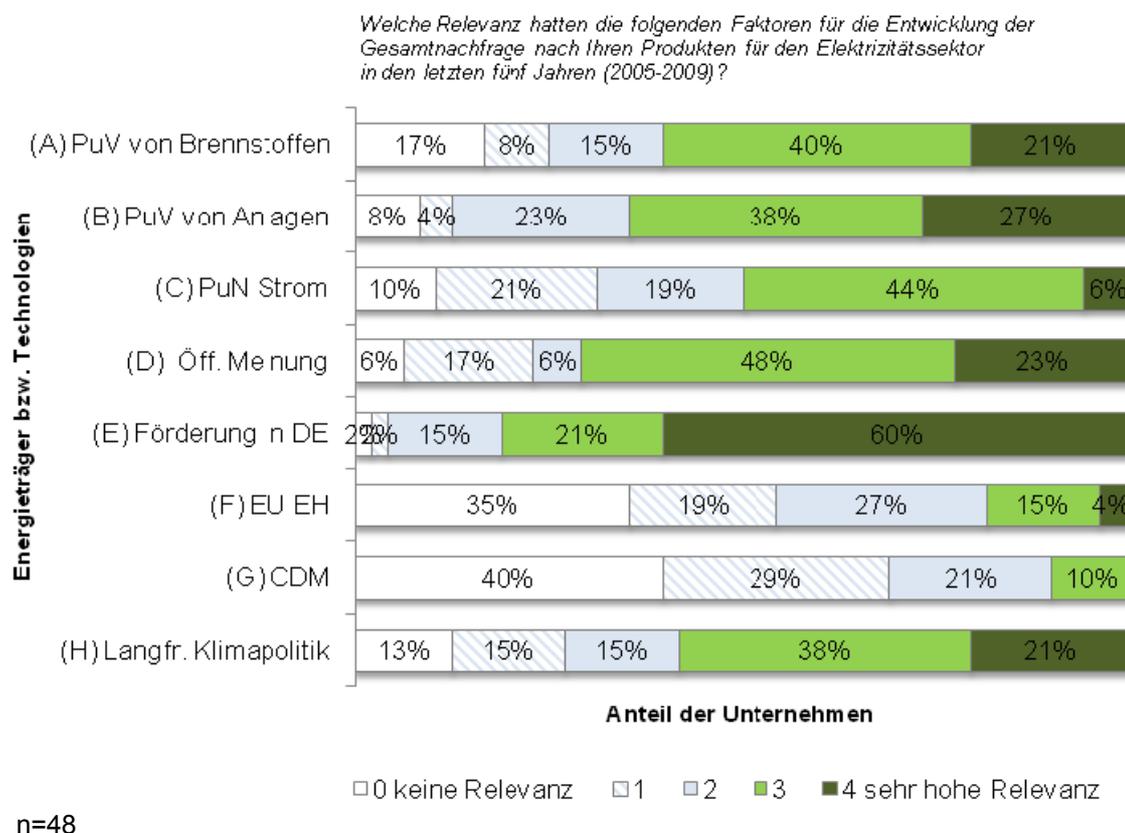


4.2.2.3.3 Einfluss sonstiger Faktoren auf die Absatzmärkte

In Abbildung 4-43 ist die Relevanz klimapolitischer Faktoren auf die Entwicklung der Gesamtnachfrage nach den Produkten für den Stromsektor im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren abgebildet. Dabei wurden folgende Faktoren miteinander verglichen:

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (C) Preise und Nachfrage nach Strom
- (D) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (E) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (F) EU-Emissionshandel
- (G) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (H) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Abbildung 4-43: Relevanz der Faktoren bei Entwicklung der Gesamtnachfrage der Technologieanbieter



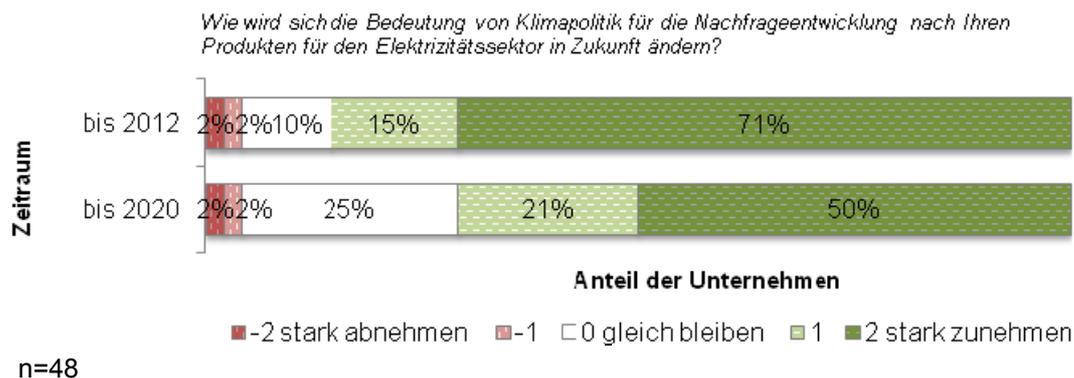
Interessanterweise haben 60 % der untersuchten Unternehmen die Relevanz technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik in Deutschland für die Entwicklung der Gesamtnachfrage als sehr hoch eingestuft. Dies ist vermutlich auf die hohe Bedeutung der Produkte zur Nutzung erneuerbaren Energien unter den Umfrageteilnehmern zurückzuführen, da vielfältige entsprechende Fördermaßnahmen in Deutschland existieren (z. B. EEG). Die meisten anderen untersuchten Faktoren wurden jeweils von der Mehrheit der Unternehmen mit einer gewissen Wichtigkeit (=Relevanzstufe 3, 4) eingeschätzt, wobei die Preise und Verfügbarkeit von Anlagen und Brennstoffen, die öffentliche Meinung, sowie die langfristige Klimapolitik gegenüber dem Strompreis häufiger als relevant eingestuft wurden. Lediglich der EU-Emissionshandel sowie der Clean Development Mechanismus (CDM) sind nach den Angaben der Unternehmen insgesamt eher unwichtig für die Entwicklung der Gesamtnachfrage. 35 % der Umfrageteilnehmer schreiben dem EU-Emissionshandel gar keine Relevanz für die Nachfrageentwicklung zu, über den CDM urteilen sogar 45 % der Technologieanbieter so.

Interessanterweise weicht dieses Bild von den Einschätzungen der Elektrizitätserzeugungsunternehmen ab, da diese den EU-Emissionshandel für die meisten Investitionsaktivitäten wichtiger einschätzen als die langfristige Klimapolitik. Dies ist möglicherweise

se darauf zurückzuführen, dass die Kunden der untersuchten Technologieanbieter mehrheitlich gar nicht am Emissionshandel teilnehmen, da sie überwiegend CO₂-arme Energieträger zur Elektrizitätserzeugung nutzen. Ein weiterer Grund für die unterschiedliche Einschätzung könnte ein geringer Bekanntheitsgrad des Emissionshandels unter den Technologieanbietern im Vergleich zu den Elektrizitätserzeugern sein.

Immerhin gehen 86 % der Technologieanbieter davon aus, dass die Bedeutung von Klimapolitik im Allgemeinen für die Nachfrageentwicklung nach ihren Produkten im Stromsektor bis 2012 zunehmen wird (vgl. Abbildung 4-44). Somit passt diese Einschätzung zu den Umfrageergebnissen in Abbildung 4-43, nach der gerade die langfristige Klimapolitik von knapp 60 % der Unternehmen als wichtig (Relevanz 3,4) eingestuft wurde. Betrachtet man das Jahr 2020, so steigt die Anzahl der Unternehmen, die keine Veränderung erwarten, während nur noch 71 % von einer steigenden Bedeutung der Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung ausgehen.

Abbildung 4-44: Bedeutung von Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung



4.2.2.4 Forschung und Entwicklung

Insgesamt haben 83 % der Unternehmen in den letzten zehn Jahren (2000-2009) in Forschung und Entwicklung für den Stromsektor investiert (n=48). Der Anteil der FuE-Ausgaben gemessen am Umsatz lag im Jahr 2008 bei durchschnittlich 7 % und maximal bei 50 %⁸⁰. Der Anteil der Mitarbeiter, die sich mit Forschung und Entwicklung beschäftigen, betrug im Jahr 2008 9 %⁸¹. Nur ein Unternehmen beschäftigte mit einem Anteil von 75 % deutlich mehr Mitarbeiter im Bereich Forschung und Entwicklung.

Das Investitionsvolumen ist in dem Fünfjahreszeitraum nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) im Vergleich zu dem Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004)

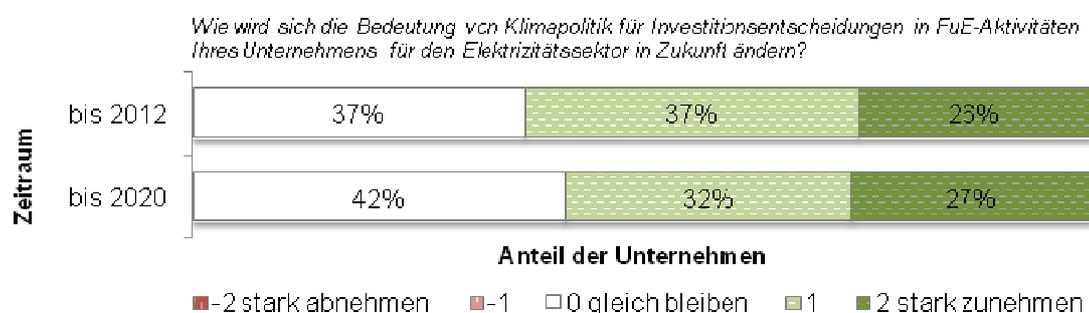
⁸⁰ 90 % Quantil lag bei 14 %

⁸¹ Das 0,9-Quantil lag bei 25 %.

bei 76 % Umfrageteilnehmer gestiegen und nur bei 2 % gesunken (n=48). Der Vergleich der Ergebnisse für einzelne Energieträger bzw. Technologien ergibt, dass in den Bereichen Stein-/Braunkohle, KWK, Windkraft, Bio-/Deponiegas und Photovoltaik besonders viele Unternehmen ihr Investitionsvolumen gesteigert haben, während es für Kernkraft, Biomasse, geothermische und solarthermische Stromerzeugung bei den meisten Unternehmen unverändert blieb. Lediglich für Produkte zur Nutzung von Gas/Öl in der Elektrizitätserzeugung ging bei der Mehrheit der entsprechenden Unternehmen (80 %) das Investitionsvolumen zurück.

Die Hälfte der Technologieanbieter, die an der Umfrage teilgenommen haben, geht davon aus, dass sich nach erfolgreich abgeschlossenen FuE-Projekten die CO₂-Intensität der betreffenden Technologie verringern wird. Andererseits schätzen auch etwa 30 % der Umfrageteilnehmer dies genau gegenteilig ein. Allerdings steht dieses Ergebnis im Konflikt mit der von den Unternehmen erwarteten Entwicklung bei Produkten mit höchster Energieausbeute (vgl. Abschnitt 4.2.2.3.2). Immerhin geht die Mehrheit der befragten Unternehmen (63 %) davon aus, dass die Bedeutung von Klimapolitik für Investitionsentscheidungen bei FuE-Aktivitäten bis zum Jahr 2012 zunehmen wird, wobei der Anteil der Unternehmen, der von einer starken Bedeutungszunahme ausgeht, bei 26 % liegt (vgl. Abbildung 4-45).

Abbildung 4-45: Änderung der Klimapolitik auf Investitionsentscheidung in FuE-Aktivitäten



n=3882

Über einen längeren Zeitraum bis zum Jahr 2020 betrachtet ändert sich die Einschätzung der untersuchten Unternehmen kaum, lediglich die Anzahl der Umfrageteilnehmer, die von einer gleichbleibenden Bedeutung ausgehen steigt etwas an. Kein Unternehmen rechnet damit, dass die Bedeutung von Klimapolitik für die eigenen FuE-Aktivitäten sinken wird. Zu beachten ist, dass sich unter den Umfrageteilnehmern viele

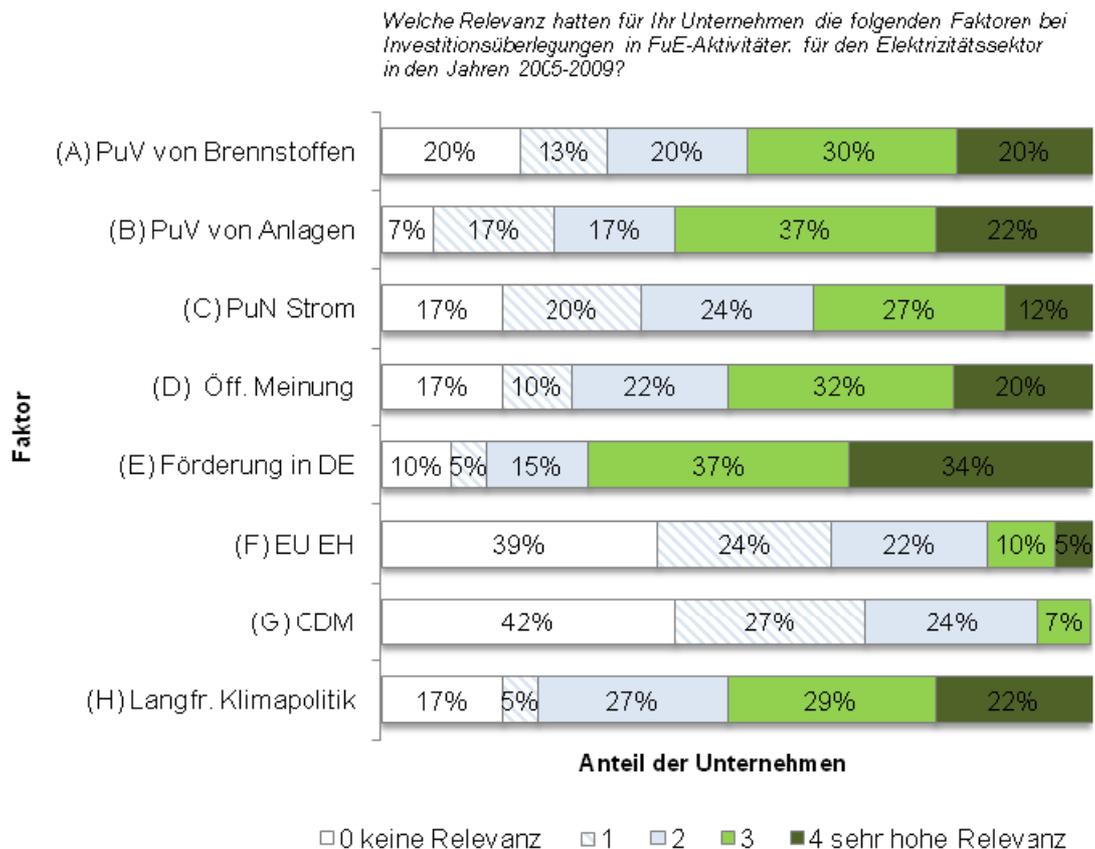
82 Es wurden nur solche Unternehmen berücksichtigt, die ein FuE-Budget haben (n=41). Weitere drei Unternehmen konnten aufgrund unvollständiger Antworten nicht ausgewertet werden.

Technologieanbieter aus dem Bereich der erneuerbaren Energien befinden, deren Geschäftserfolg maßgeblich von Förderungsmaßnahmen im Rahmen von nationalen Klimaschutzanstrengungen abhängen kann.

Welche Rolle der EU-Emissionshandel und längerfristige Ziele zur Treibhausgasreduktion im Vergleich zu anderen Faktoren bei Investitionsentscheidungen in FuE-Aktivitäten in den letzten fünf Jahren (2005-2009) gespielt haben, ist in Abbildung 4-46 dargestellt. Dabei werden analog zu den Absatzmärkten folgende Faktoren miteinander verglichen.

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (C) Preise und Nachfrage nach Strom
- (D) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (E) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (F) EU-Emissionshandel
- (G) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (H) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Abbildung 4-46: Relevanz von Faktoren bei Investitionen in FuE



n=42

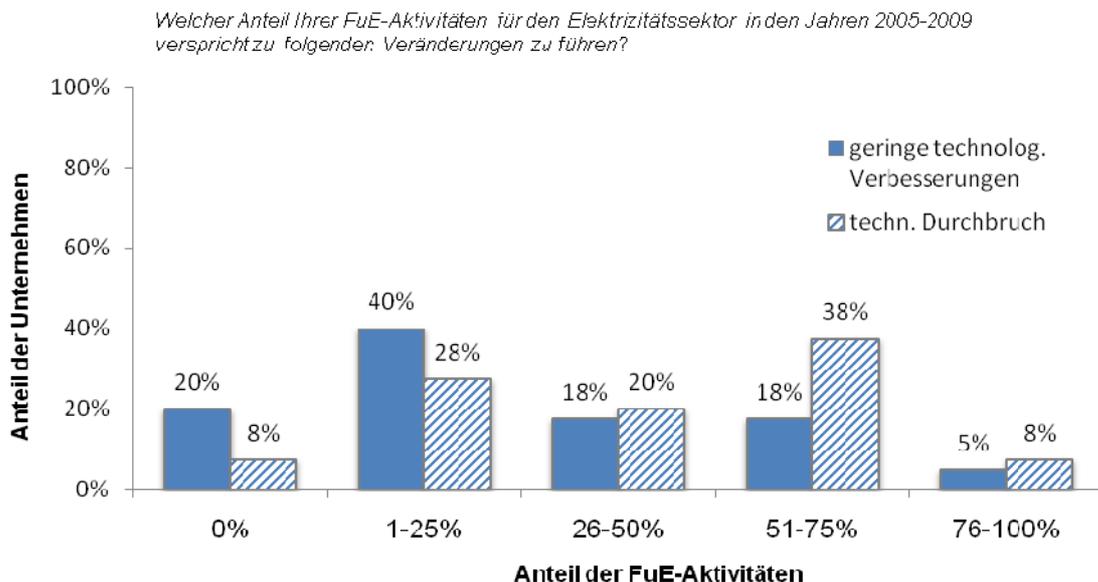
Von den untersuchten Einflussfaktoren für Investitionsüberlegungen bei FuE-Aktivitäten stellen technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik in Deutschland den wichtigsten dar. Dieser wurde von 34 % der Umfrageteilnehmer als sehr relevant eingestuft, während für die anderen untersuchten Faktoren maximal 22 % diese Beurteilung abgaben. Die Einflüsse des Emissionshandels sowie des Clean Development Mechanismus sind mit Abstand für die wenigsten der untersuchten Unternehmen relevant. Für 39 % der Umfrageteilnehmer hat der Emissionshandel überhaupt keine Relevanz bei Investitionen in FuE-Aktivitäten und im Falle des CDM sind es sogar 42 %.

Interessanterweise bewerten die Umfrageteilnehmer die Relevanz der Einflussfaktoren bei FuE-Aktivitäten in ähnlicher Weise wie für die Absatzentwicklung (vgl. Abbildung 4-43), was darauf zurückzuführen ist, dass die Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten an der Entwicklung auf den Absatzmärkten ausrichten. Eine genauere Analyse der Daten zeigt, dass bis auf Strompreis und -nachfrage alle Faktoren von den Unternehmen sowohl im Hinblick auf die Absatzentwicklung als auch auf FuE-Investitionen gleich eingeschätzt wurden. Die erhobenen Daten korrelieren jeweils für die genannten Einflussfaktoren positiv und statistisch signifikant⁸³.

Neben der Relevanz verschiedener Einflussfaktoren erlauben die erhobenen Daten auch Aussagen zum technischen Neuheitsgrad der von den Umfrageteilnehmern getätigten Investitionen in FuE-Aktivitäten. Abbildung 4-47 ist zu entnehmen, wie hoch die Unternehmen den Anteil ihrer FuE-Aktivitäten einschätzen, die zu technologischen Durchbrüchen führen könnten, gegenüber solchen, die Technologien nur geringfügig verbessern würden. Insgesamt haben mit 80 %, gegenüber 92 %, weniger Unternehmen in inkrementelle FuE-Aktivitäten investiert, als in solche, die zu technologischen Durchbrüchen führen könnten. Für letztere lag der durchschnittliche Anteil unter den Umfrageteilnehmern sogar bei 41 % der gesamten FuE-Aktivitäten, was in Anbetracht der Ausrichtung vieler Unternehmen auf Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien nicht ungewöhnlich ist. Es werden gerade solche Produkte besonders häufig von den untersuchten Unternehmen angeboten, die derzeit noch keinen hohen technologischen Reifegrad erreicht haben, wie z. B. Photovoltaik, Bio-/Deponiegasnutzung sowie solar und geothermische Stromerzeugung. Erwartungsgemäß bauen mit im Durchschnitt 66 % die meisten durchgeführten FuE-Aktivitäten auf bereits im Unternehmen existierenden Fähigkeiten auf. Etwa 25 % der untersuchten Unternehmen wagt sich jedoch auch mit mehr als der Hälfte der gesamten FuE-Investitionen in Bereiche vor, die völlig neues technologisches Know-how benötigen.

⁸³ Nach Kendall-Tau: Bivariate Korrelation der Einflussfaktoren aus Abbildung 4-43 und Abbildung 4-46 ergab positive Koeffizienten mit folgenden Signifikanzen: $p=0,001$ bei (A)&(B); $p=0,000$ bei (D),(E), (F)&(G); sowie $p=0,006$ bei (H)

Abbildung 4-47: Technologischer Neuheitsgrad bei FuE-Aktivitäten



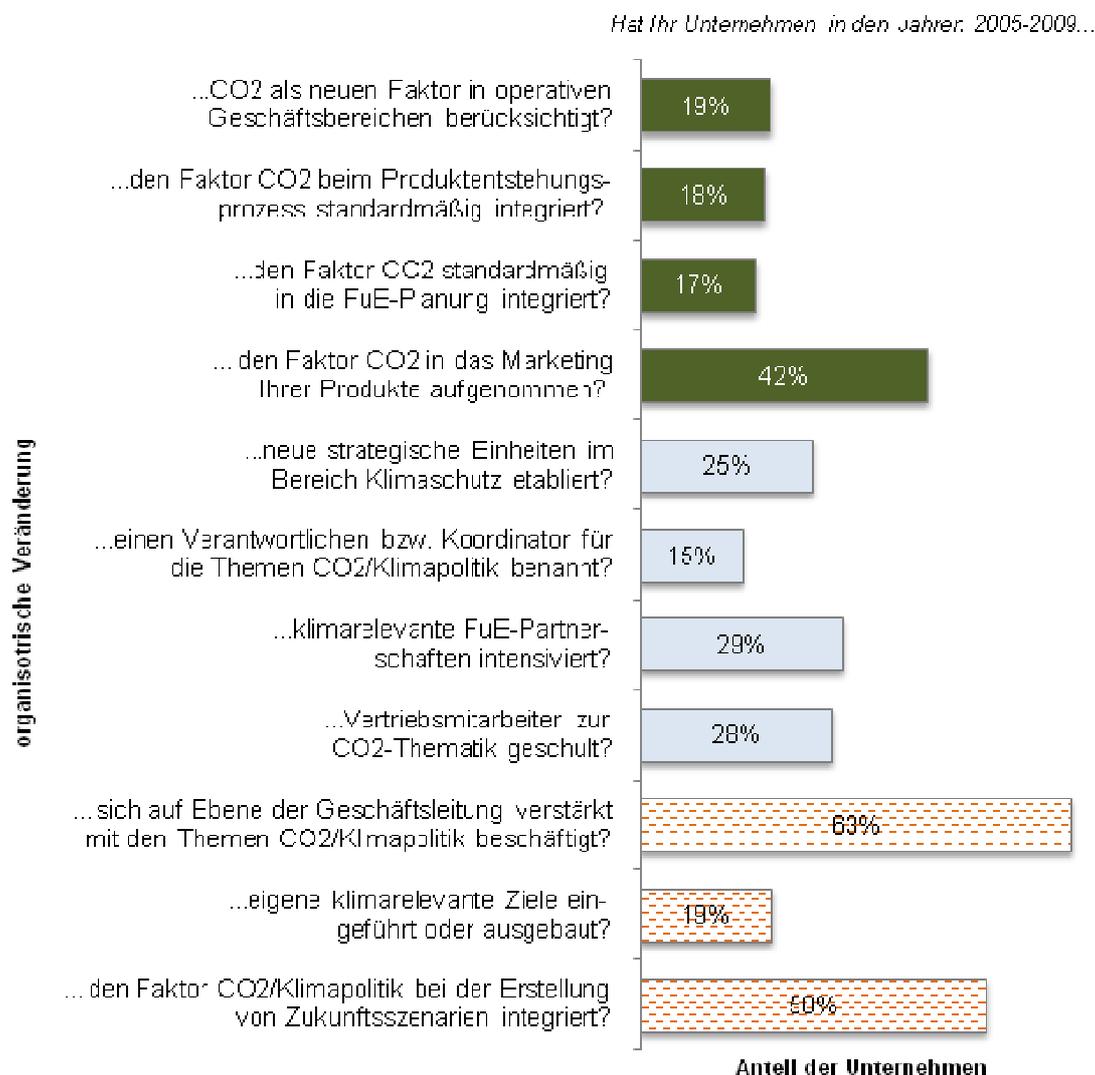
n=40

4.2.2.5 Organisatorische Veränderungen

Abbildung 4-48 gibt einen Überblick, zu welchen klimarelevanten organisatorischen Veränderungen es bei den untersuchten Technologieanbietern im Zeitraum 2005-2009 kam, wobei zwischen Veränderungen in den Prozessen und Routinen (dunkel), Strukturen (hell) und in den Visionen (gestrichelt) unterschieden wird.

CO₂ bisher nur wenig Bedeutung durch die analysierten Unternehmen zugesprochen wurde (vgl. Abbildung 4-43, Abbildung 4-46), haben einige der Technologieanbieter bereits den Faktor CO₂ in ihre Routinen, Strukturen und/oder Visionen integriert. Hervorzuheben ist, dass organisatorische Veränderungen insbesondere auf der Ebene der Unternehmensvisionen und bei deutlich weniger Unternehmen in Strukturen oder Prozeduren stattgefunden haben. 63 % der Umfrageteilnehmer gaben an, dass sich die Geschäftsleitung ihres Unternehmens im Zeitraum 2005-2009 vermehrt mit dem Thema CO₂ oder Klimapolitik beschäftigt hat und 50 % haben die Erstellung von Zukunftsszenarien entsprechend angepasst. Eine Integration des Faktors CO₂ in den Prozessen und Routinen der Technologieanbieter wurde wesentlich häufiger im Marketing von Produkten als in den anderen untersuchten Bereichen durchgeführt, was die hohe Bedeutung der klimapolitischen Auswirkungen auf die Kunden der Technologieanbieter unterstreicht. Da die Technologieanbieter also selbst nicht direkt von klimapolitischen Instrumenten betroffen sind, erklärt sich auch, dass Veränderungen der Organisationsstrukturen vor allem im Vertrieb und im Bereich der FuE-Partnerschaften durchgeführt wurden.

Abbildung 4-48: Organisatorische Veränderungen



n=48

4.2.3 Zusammenfassung Umfrageergebnisse Strom

Diese Teilstudie hat die Auswirkungen des EU-Emissionshandels auf die Innovationsaktivitäten der Erzeugungsunternehmen und der Technologieanbieter im deutschen Stromsektor untersucht. Unter Innovationsaktivitäten werden dabei nicht nur Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten (FuE), sondern auch Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungen (Adoption) sowie organisatorische Veränderungen verstanden. Dabei wurden die durch den Emissionshandel hervorgerufenen Innovationseffekte auf die verschiedenen Innovationsdimensionen (FuE, Adoption, organisatorische Veränderungen) unter Berücksichtigung von Firmencharakteristiken (z. B. Technologieportfolio, Wertschöpfungskettenposition) und externen Einflussfaktoren (z. B. Marktfak-

toren, andere politische Maßnahmen) analysiert. Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst.

Geschäftsumfeld und Rahmenbedingungen

Die Stromerzeugungsunternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben, sind mehrheitlich größere Unternehmen mit Jahresumsätzen von über 50 Mio. Euro⁸⁴, die Technologieanbieter hingegen vor allem kleine und mittelständische Unternehmen gemäß der Definition der Europäischen Union (European Commission 2003). Beide untersuchten Gruppen setzen sich überwiegend aus eigenständigen Unternehmen zusammen, die keiner Unternehmensgruppe angehören, wobei sich unter den Stromerzeugungsunternehmen mehr als die Hälfte in öffentlicher Hand befindet und somit zu den kommunalen Versorgungsgesellschaften zählt.

Da diese Studie die Auswirkungen des EU-Emissionshandels im Stromsektor nach Energieträger bzw. Technologien differenziert untersucht, ist das Ausgangsportfolio der befragten Unternehmen von entscheidender Bedeutung. 90 % der analysierten Emissionshandelsunternehmen verwenden Gas bzw. Öl zur Stromerzeugung und 62 % neue erneuerbare Energien (außer Wasser- und Windkraft), wobei letztere im jeweiligen Unternehmen meist nur einen geringen Anteil des Stroms erzeugen. Etwas anders hingegen setzt sich das Produktportfolio der analysierten Technologieanbieter zusammen. In dieser Unternehmensgruppe sind Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien (insbesondere Bio-/Deponiegas und Photovoltaik) die am häufigsten angebotenen Produkte, gefolgt von solchen aus dem Bereich Gas/Öl und Windenergie.

Die meisten Stromerzeugungsunternehmen gaben an, dass sie in den letzten fünf Jahren (2005-2009) von den Brennstoff- sowie Anlagenpreisen negativ betroffen waren, während die Entwicklung des CO₂-Preises ohne Wirkung für sie blieb. Im Gegensatz zu den Marktpreisen beurteilten viele Stromerzeugungsunternehmen die politischen Rahmenbedingungen als positiv, was insbesondere auf die Wirkung der Förderung von erneuerbare Energien, KWK und Forschungsaktivitäten in Deutschland zurückgeht. Lediglich die Strommarktregulierung hat durch die Liberalisierung und damit verbundene Maßnahmen einen erwartungsgemäß negativen Einfluss. Etwas anders hingegen beurteilten die Technologieanbieter ihr Geschäftsumfeld, denn sie gaben an, insgesamt positiv von der Entwicklung der Marktpreise betroffen gewesen zu sein. Außerdem profitierten zwar insgesamt viele Technologieanbieter von den politischen Rahmenbedingungen, doch dies geht vor allem auf Förderungsmaßnahmen für erneuerbare Energien zurück, während die Förderung von Forschung und Entwicklung in

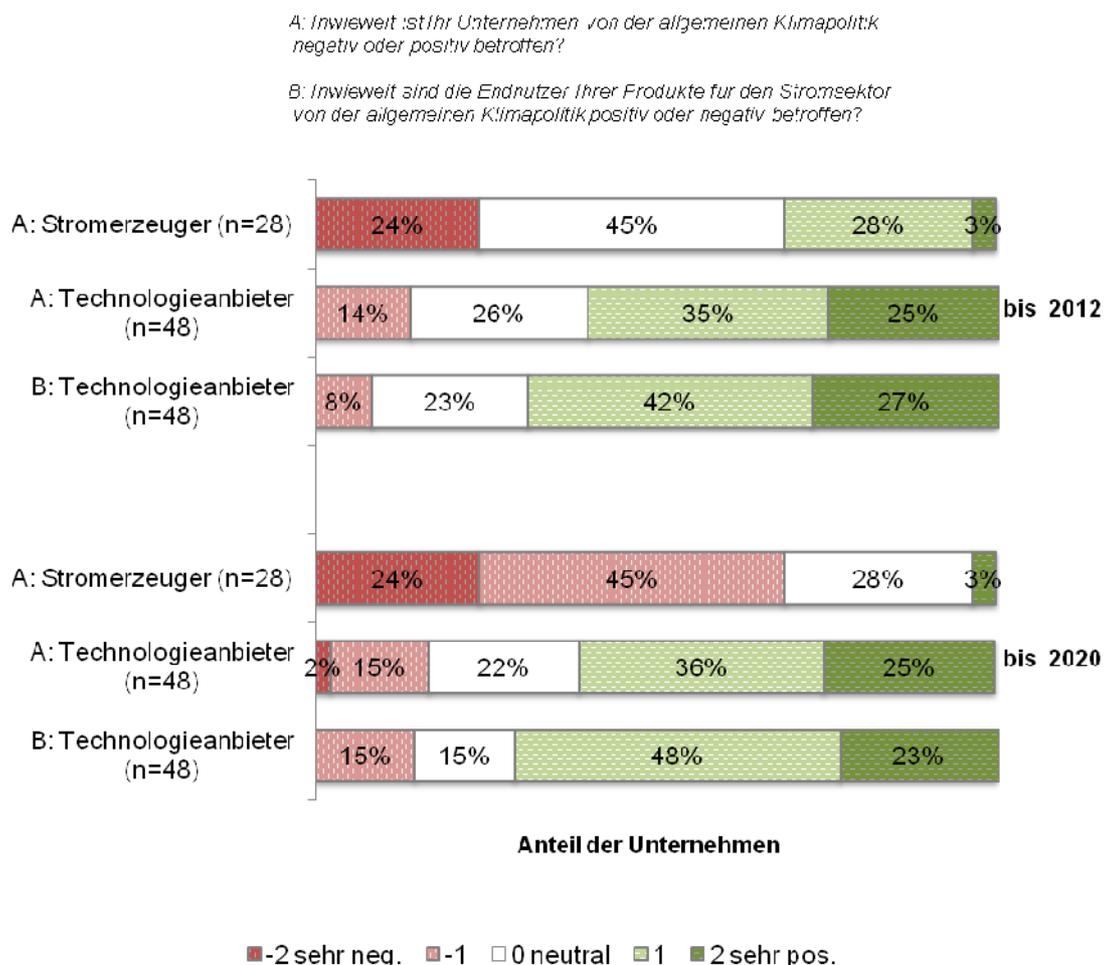
⁸⁴ Es wurden nur solche Unternehmen zur Studie eingeladen, die unter den Emissionshandel fallen und damit mindestens eine Feuerungsanlage von mehr als 20 MW betreiben.

Deutschland von 40 % der untersuchten Technologieanbieter sogar als negativ beurteilt wurde.

Betroffenheit von klimapolitischen Maßnahmen

Die Stromerzeugungsunternehmen beurteilten die Auswirkung des EU-Emissionshandels je nach Betrachtungshorizont sehr unterschiedlich. Bis zum Jahr 2012 bewertete die Mehrheit der Unternehmen die Betroffenheit als neutral oder positiv, wohingegen bei einer Betrachtung bis zum Jahr 2020 die Mehrheit der Umfrageteilnehmer von einer negativen Betroffenheit ihres Unternehmens ausgeht. Dieser Trend gilt ebenso für die Betroffenheit von Klimapolitik im Allgemeinen (vgl. Abbildung 4-49) und spiegelt sich in der erwarteten CO₂-Preisentwicklung mit einem Anstieg von 21€ pro Tonne CO₂ im Jahr 2012 auf 38€ im Jahr 2020.

Abbildung 4-49: Vergleich der Betroffenheit von der allgemeinen Klimapolitik zwischen Stromerzeugern und Technologieanbietern



Einzig der CDM ist nach Angaben der Umfrageteilnehmer auch auf lange Sicht ohne Wirkung auf die Unternehmen. Insgesamt sicherte sich etwa ein Drittel der Unternehmen Zertifikate aus CDM-Projekten, was eine Möglichkeit darstellt, günstigere Zertifikate für die dritte Handelsperiode zu erwerben. Nur wenige Unternehmen investierten dabei direkt in CDM-Projekte, denn die Zertifikate wurden auf dem Spot-Markt oder in Form von Features erworben. Als Gründe für die Zurückhaltung gegenüber dem Clean Development Mechanismus insgesamt wurden vor allem die Überausstattung sowie die Unsicherheit der Gestaltung dieses Instruments über 2012 hinaus genannt.

Im Gegensatz zu den Stromerzeugungsunternehmen bewerten die analysierten Technologieanbieter die Auswirkungen der allgemeinen Klimapolitik über beide Betrachtungshorizonte sowohl für Ihr eigenes Unternehmen als auch für die Nutzer Ihrer Endprodukte als positiv. Dies stellt keine Fehleinschätzung von Seiten der Technologieanbieter im Stromsektor da, sondern ist auf die Zusammensetzung des Produktportfolios der befragten Unternehmen zurückzuführen, unter denen viele ihren Umsatz mit Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien erwirtschaften.

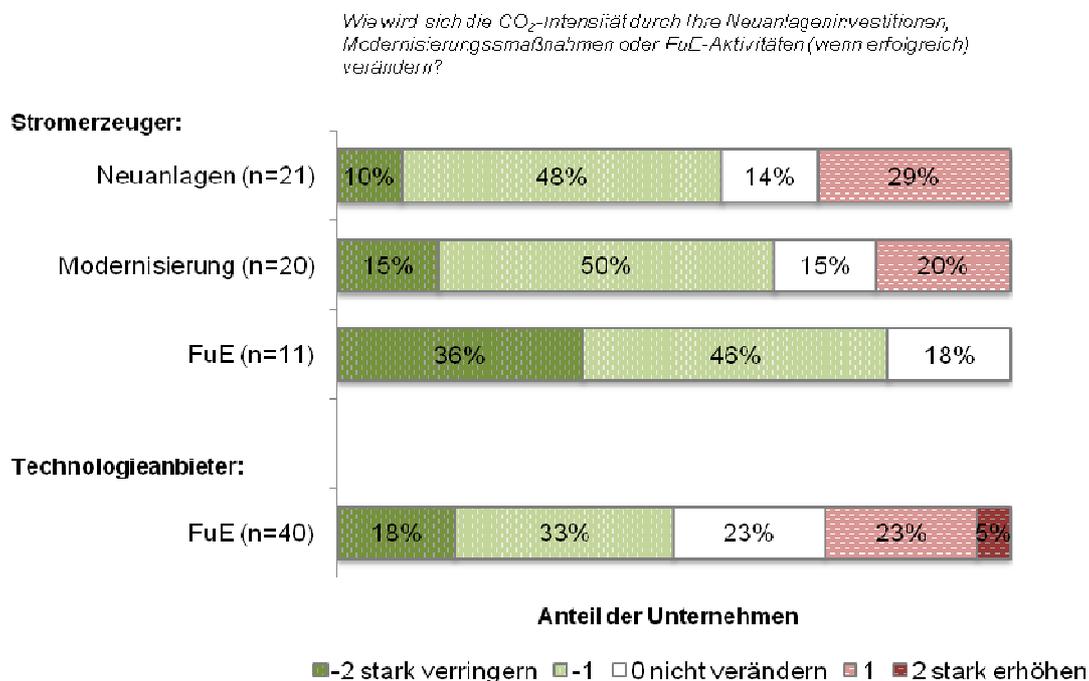
Innovationsaktivitäten

Das Investitionsvolumen für Neuanlagen, Modernisierung und Forschung und Entwicklung wurde in den fünf Jahren nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) bei der Mehrheit der untersuchten Stromerzeugungsunternehmen gesteigert – allerdings je nach betrachteter Innovationsaktivität mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Investitionen in Neuanlagen wurden vor allem in den Bereichen Stein-/Braunkohle, Wasserkraft sowie andere erneuerbare Energien (außer Windkraft) getätigt, während Modernisierungsmaßnahmen überwiegend KWK-Anlagen und solche zur Wasserkraftnutzung betrafen. Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten bezogen sich wiederum auf fast alle untersuchten Energieträger bzw. Prozesse inklusive CCS, wobei der Anstieg im zweiten Fünfjahreszeitraum im Vergleich zum ersten bei den erneuerbaren Energien und für Maßnahmen beim Kunden am stärksten ist. Insgesamt ist jedoch die Anzahl der Stromerzeugungsunternehmen, die sich überhaupt im Bereich Forschung- und Entwicklung engagiert sehr gering. Nur 35 % gaben an, ein Budget für Forschung und Entwicklung und während der Jahre 2000-2009 in diesen Bereich investiert zu haben. Anders hingegen ist die Bedeutung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für den Stromsektor bei den untersuchten Technologieanbietern, von denen 83 % in den letzten zehn Jahren (2000-2009) in diesen Bereich investiert haben. Auch bei dieser Unternehmensgruppe gibt es bezüglich der Änderung des Investitionsvolumens Unterschiede je nach Energieträger bzw. Technologie. In den Bereichen Stein-/Braunkohle, KWK, Windkraft, Bio-/Deponiegas und Photovoltaik haben besonders viele Unternehmen ihr Investitionsvolumen gesteigert, während es für Produkte zur Nutzung von Gas/Öl in der Elektrizitätserzeugung bei der Mehrheit der entsprechenden Unterneh-

men (80 %) zurück ging. Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Unternehmensgruppen besteht im technologischen Neuheitsgrad der durchgeführten FuE-Aktivitäten. Bei der Mehrheit der untersuchten Stromerzeugungsunternehmen versprechen die FuE-Aktivitäten der Jahre 2005-2009 nur zu geringen technologischen Verbesserungen zu führen. Bei den Technologieanbietern hingegen gaben 46 % der Umfrageteilnehmer an, dass sie von mehr als 50 % ihrer FuE-Aktivitäten einen technologischen Durchbruch erwarten.

Im Hinblick auf die klimarelevante Wirkung der untersuchten Innovationsaktivitäten sind die Umfrageergebnisse der Stromerzeugungsunternehmen deutlich positiver ausgefallen als die der Technologieanbieter (vgl. Abbildung 4-50). Sowohl durch Investitionen in Neuanlagen, Modernisierung als auch FuE-Aktivitäten erwartet eine deutliche Mehrheit der untersuchten Unternehmen eine Verringerung der CO₂-Intensität ihrer Stromerzeugung, wobei Neuanlageninvestitionen den geringsten Effekt haben werden. Unter den Technologieanbietern ist keine eindeutige Tendenz festzustellen. In dieser Unternehmensgruppe rechnet die Hälfte der Umfrageteilnehmer im Fall erfolgreich durchgeführter FuE-Aktivitäten nicht mit einer Veränderung bzw. mit einer Erhöhung der CO₂-Intensität bei der Anwendung Ihrer Produkte.

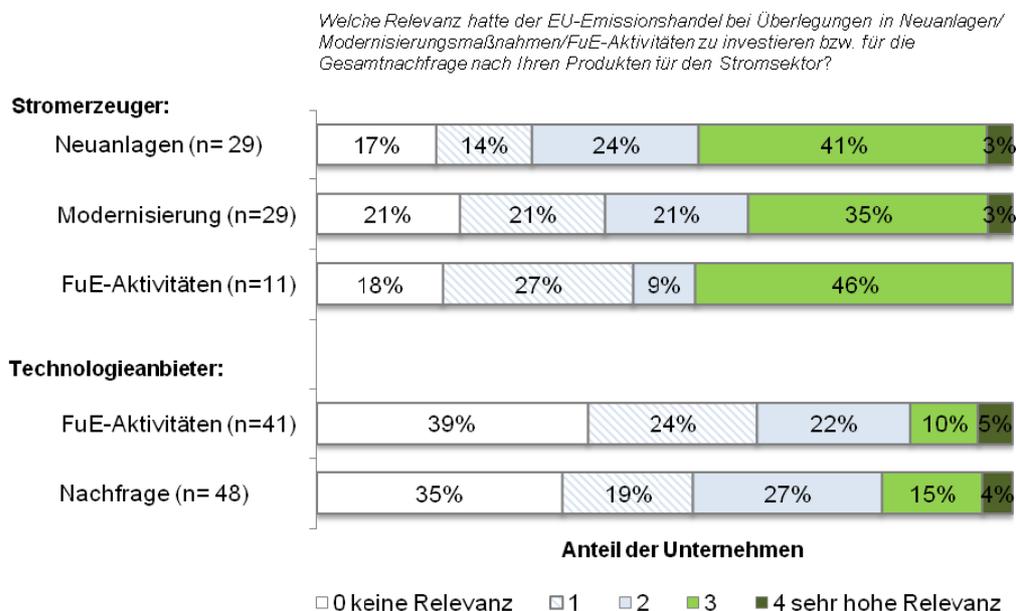
Abbildung 4-50: Einfluss der Innovationsaktivitäten auf die CO₂-Intensität der Stromerzeuger und Technologieanbieter



Einfluss der Klimapolitik bei Innovationsaktivitäten

Der EU-Emissionshandel spielte bei den Innovationsentscheidungen verglichen mit anderen Faktoren wie z. B. Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen und Anlagen oder technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik in Deutschland, nach Meinung der Umfrageteilnehmer nur eine untergeordnete Rolle. In Abbildung 4-51 ist dargestellt, wie die Stromerzeugungsunternehmen bzw. die Technologieanbieter die Relevanz des EU-Emissionshandels bei Überlegungen in die verschiedenen Investitionsdimensionen zu investieren, bewerteten. Erwartungsgemäß beurteilen die Stromerzeugungsunternehmen insgesamt die Relevanz des EU-Emissionshandels deutlich höher als die Technologieanbieter, die ja auch nicht direkt von diesem Politikinstrument betroffen sind. Sogar die Relevanz für die Entwicklung der Nachfrage nach Ihren Produkten für den Stromsektor bewerten die untersuchten Technologieanbieter insgesamt als gering und 35 % der Unternehmen sogar als nicht relevant, was vermuten lässt, dass viele ihrer Kunden ebenfalls nicht unter den Emissionshandel fallen. Unter den Stromerzeugungsunternehmen werden Entscheidungen in Modernisierungsmaßnahmen zu investieren am geringsten und solche in FuE-Aktivitäten am stärksten durch den EU-Emissionshandel beeinflusst, wobei die Vergleichbarkeit aufgrund der unterschiedlichen Fallzahlen beschränkt ist.

Abbildung 4-51: Vergleich der Relevanz des EU-Emissionshandels bei Investitionsentscheidungen der Stromerzeugungsunternehmen und Technologieanbietern



Zur Verdeutlichung der geringen Relevanz des EU-Emissionshandels im Vergleich zu anderen ausgewählten Einflussfaktoren sind in Tabelle 4-8 die drei wichtigsten bzw.

unwichtigsten Einflussfaktoren für Adoption sowie Forschung und Entwicklung, getrennt nach den Aussagen der Stromerzeugungsunternehmen und der Technologieanbieter dargestellt.

Tabelle 4-8: Vergleich der Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidungen der Stromerzeugungsunternehmen und Technologieanbieter

	Stromerzeugungsunternehmen			Technologieanbieter	
	Neuanlagen	Modernisierungen	Forschung und Entwicklung	Forschung und Entwicklung	Veränderung des Absatzmarktes
wichtig 	<ul style="list-style-type: none"> • Preise & Verfügbarkeit von Brennstoffen 			<ul style="list-style-type: none"> • Technologiespezifische Regulierungen & Förderpolitik im Investitionsland • Preise & Verfügbarkeit von Anlagen/Komponenten 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie-spezifische Regulierungen & Förderpolitik im Investitionsland 	<ul style="list-style-type: none"> • Strompreis- & –nachfrage • Preise & Verfügbarkeit von Anlagen /Komponenten 	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien • Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion
un-wichtig 	<ul style="list-style-type: none"> • CDM & potentielle Nachfolgemechanismen • EU-Emissionshandel 			<ul style="list-style-type: none"> • CDM & potentielle Nachfolgemechanismen • EU-Emissionshandel 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion 		<ul style="list-style-type: none"> • Preise & Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten 		

Insgesamt gab aber die Mehrheit der Unternehmen an, dass die Bedeutung der Klimapolitik bei Investitionsentscheidungen zunehmen wird, wobei beide Unternehmensgruppen im Falle von FuE-Aktivitäten (vgl. Abbildung 4-27 und Abbildung 4-46 keine Unterschiede in der Bewertung des kurz- und des langfristigen Betrachtungshorizonts vornehmen.

Organisatorische Innovationen

Bei den organisatorischen Veränderungen wurde der Faktor CO₂ von den meisten Stromerzeugungsunternehmen im Bereich der Unternehmensvisionen am stärksten berücksichtigt. Sehr viele Unternehmen gaben an, dass sich z. B. die Geschäftsleitung verstärkt mit den Themen CO₂ und Klimapolitik auseinandergesetzt habe (80 %) oder eigene klimarelevante Ziele eingeführt bzw. weiter ausgebaut wurden (76 %). Im Gegensatz dazu wurde der Faktor CO₂ bei den alltäglichen Prozessen, insbesondere bei Forschung und Entwicklung, nur zögerlich integriert bzw. die Integration intensiviert. Unter den Technologieanbietern kam es zwar insgesamt zu weniger organisatorischen Veränderungen, doch auch hier lag der Schwerpunkt im Bereich der Unternehmensvisionen, wobei immerhin 42 % der Unternehmen nach der Einführung des Emissionshandels den Faktor CO₂ in das Marketing ihrer Produkte aufgenommen und somit auch Prozesse und Routinen verändert haben.

4.3 Deskriptive Analyse für die Papierindustrie

4.3.1 Umfrageergebnisse für Papier- und Zellstoffhersteller

Die für das Gesamtsample in Frage kommenden Papier- und Zellstoffhersteller wurden mit Hilfe des „Community Independent Transaction Log“ (CITL) identifiziert. Durch eine nachträgliche Telefonakquise wurden die Kontaktdaten überprüft, bereinigt, sowie die richtigen Ansprechpartner und Emailadressen ermittelt. Bei den Unternehmen der Papier- und Zellstoffhersteller wurden auf diese Weise 92 Unternehmen identifiziert, die dem EU-Emissionshandel unterliegen, und schriftlich eingeladen, an der Umfrage teilzunehmen. Von diesen beantworteten 19 Unternehmen den Fragebogen, so dass sich eine Rücklaufquote von 20,6 % ergab. Der Anteil der Zellstoffproduzenten in dieser Umfrage ist auf Grund der Tatsache, dass in Deutschland nur 4 Anlagen der Zellstoffindustrie unter den Emissionshandel fallen, gering.⁸⁵

4.3.1.1 Unternehmensstruktur und Produktportfolio

Da über die Papier- und Zellstoffhersteller, die an dem Emissionshandel teilnehmen, bisher keine öffentlich zugänglichen, empirischen Daten bezüglich der Firmencharakteristiken wie z. B. Produktportfolios, Größe, Umsatz usw. bekannt sind, werden in diesem Kapitel die Unternehmenscharakteristiken und der Energieeinsatz, der einen wichtigen Kostenfaktor darstellt, untersucht. Die Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben, werden dabei mit der gesamtdeutschen Papier- und Zellstoffindustrie verglichen, um die Repräsentativität der Antworten abzuschätzen.

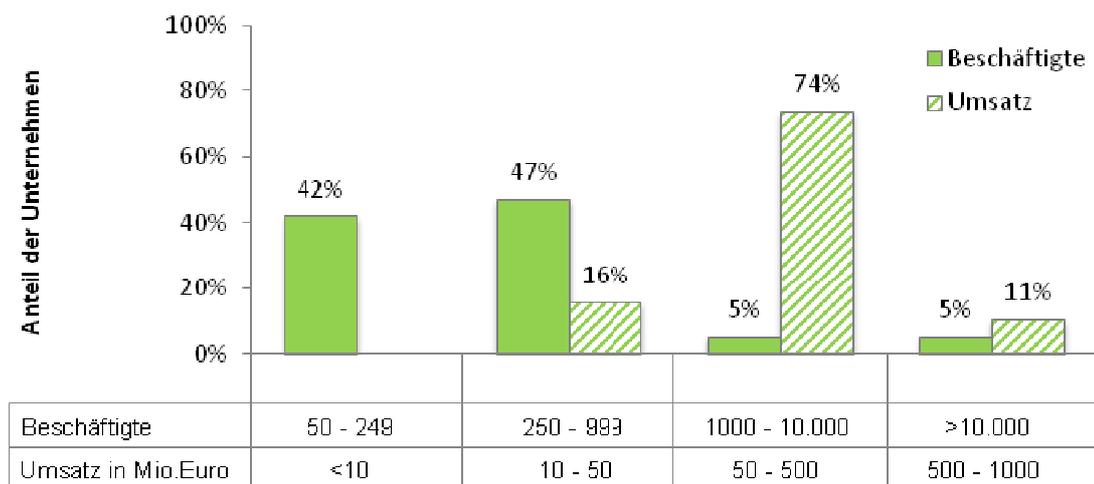
Bei den meisten der 19 Unternehmen (85 %), die den Fragebogen beantwortet haben, handelte es sich um Unternehmen mit Umsätzen von über 50 Mio. Euro pro Jahr (vgl. Abbildung 4-52). 42 % der befragten Unternehmen hatten weniger als 250 Mitarbeiter. Betriebe, die nach Richtlinie 96/280/EC der Europäischen Union zu kleinen Unternehmen⁸⁶ zählen, waren in diesem Stichprobenumfang jedoch nicht vertreten, was damit erklärt werden kann, dass kleine Unternehmen vom EU-Emissionshandel weniger betroffen sind. Die Mehrheit der Unternehmen (47 %) hatte zwischen 250 und 1000 Mitarbeiter. Es gehörten etwa 53 % der befragten Unternehmen einer Unternehmensgruppe an, die ihren Hauptsitz im Ausland hat, 16 % gehörten zu einem deutschen Konzern und 30 % waren eigenständige Unternehmen. Die Struktur der Papierproduzenten, die an der Umfrage teilgenommen haben, ähnelt den Papier- und Zellstoffhersteller in Deutschland. So dominieren auch bei der bundesweiten Betrachtung große

⁸⁵ 11 % der Unternehmen erwirtschaften einen Teil Ihres Umsatzes (weniger als 25 %) mit Zellstoffprodukten. Diese Unternehmen fallen aber auch unter die im Folgenden verwendeten Begriffe *Papierindustrie* bzw. *Papierfabriken*.

⁸⁶ Unternehmen zwischen 10 und 50 Mitarbeiter und Umsatz zwischen 2 und 10 Mio. €

Unternehmen mit Jahresumsätzen von über 50 Mio. Euro den Markt (Muntzke 2004). Der Anteil an kleinen Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten beläuft sich zwar auf etwa 18 %, der Anteil am Gesamtumsatz lag im Jahr 2008 jedoch nur bei 1 % (Destatis 2010). Es gehören bundesweit, ähnlich wie in dem Stichprobenumfang, etwa 60 % der Papierfabriken ausländischen Konzernen an (Muntzke 2005).

Abbildung 4-52: Umsatz und Beschäftigte der Papierproduzenten im Jahr 2008



n=19

Der nächste Abschnitt beschäftigt sich mit dem Produktportfolio der Papier- und Zellstoffhersteller, die an der Umfrage teilgenommen haben. Dazu ist in Abbildung 4-53 dargestellt, welche der folgenden Papiersorten die Unternehmen im Jahr 2008 hergestellt haben:

- Grafische Papiere
- Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke⁸⁷
- Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke⁸⁸
- Hygienepapiere.

Die meisten Papierproduzenten stellten grafische Papiere und Verpackungspapiere her, gefolgt von Spezialpapieren. Kein Unternehmen produzierte Hygienepapiere. Auch bei der bundesweiten Betrachtung stellen diese zwei Hauptsorten den größten Anteil der Papierproduktion dar. Der Anteil von Hygienepapieren und Spezialpapieren an der Gesamtproduktion in Deutschland lag im Jahr 2008 bei etwa 6 % bzw. 7 %. Ein direkter Vergleich ist jedoch nicht möglich, da sich die Anteile, die vom Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) herausgegeben werden, auf die Produktionszahlen beziehen.

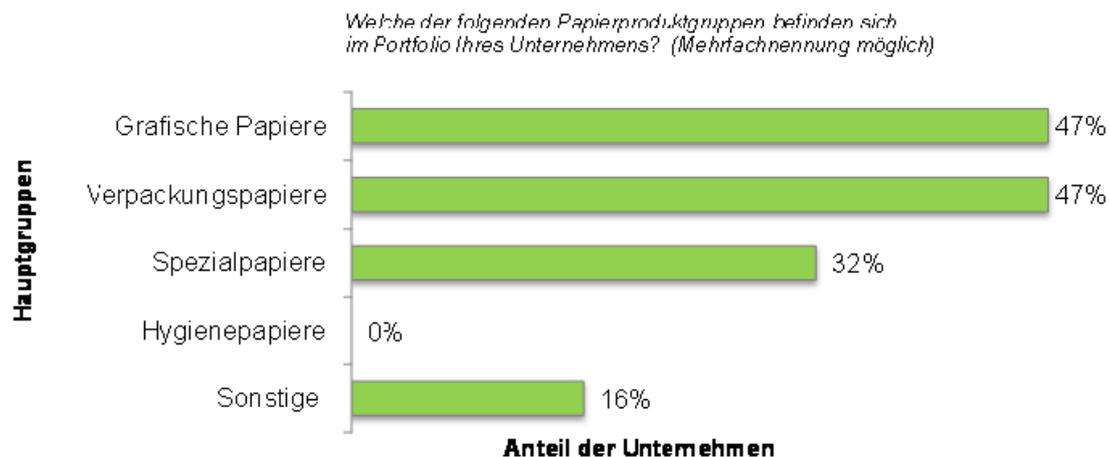
⁸⁷ Nachfolgend Verpackungspapiere genannt.

⁸⁸ Nachfolgend Spezialpapiere genannt.

Der Prozentsatz in Abbildung 4-53 gibt hingegen den Anteil der Unternehmen an, die die jeweilige Papiersorte produziert haben.

Unabhängig vom Produktportfolio kam es bei den Unternehmen zu unterschiedlichen Entwicklungen des Umsatzes seit 2005. Bei 56 % ist der Umsatz gestiegen, während er hingegen bei 32 % gefallen ist. Aufgrund der Wirtschaftskrise im Jahr 2008 hatten 84 % der Unternehmen Umsatzeinbußen teilweise von über 20 % zu verzeichnen.

Abbildung 4-53: Produktportfolio der Papierproduzenten⁸⁹



n=19

4.3.1.1.1 Energieeinsatz

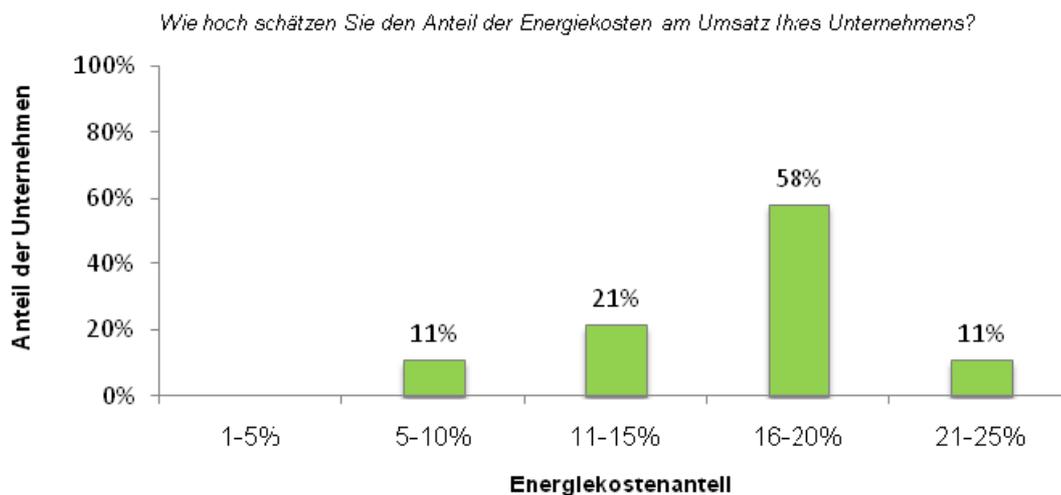
Die Energiekosten waren von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich: Bezogen auf den Umsatz lag der Anteil der Energiekosten zwischen 5 % und 25 % (vgl. Abbildung 4-54). Etwa 70 % der Unternehmen hatten einen Energiekostenanteil von mehr als 15 %. Dieser lag im Jahr 2008 somit höher als bei der gesamtdeutschen Betrachtung, bei der die durchschnittlichen Energiekosten gemessen am Umsatz zwischen 12 % und 15 % liegen (Dierig 2008). Ein Grund könnte sein, dass Unternehmen, die am EU-Emissionshandel teilnehmen, eine höhere Energieintensität aufweisen oder dass die Unternehmen mit einem hohen Energieeinsatz für das Thema Emissionshandel besonders sensibilisiert sind und deshalb ein größeres Interesse an wissenschaftlichen Untersuchungen haben, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen.

Als Energieträger setzten die Unternehmen im Jahr 2008 vor allem Gas und Öl ein, die bei 66 % der Unternehmen über die Hälfte der benötigten Energie deckten (vgl. Abbil-

⁸⁹ Unter Sonstige wurden genannt: Alu-Plastik-Papierverbunde, farbige Papiere, Transparentpapiere, Wasserzeichenpapiere

dung 4-55).⁹⁰ Ein Grund für diesen hohen Anteil ist, dass die zur Stromerzeugung benutzten KWK-Anlagen oftmals mit Gas betrieben werden. Durch den Einsatz von effizienten KWK-Anlagen kann inzwischen ein hoher elektrischer Wirkungsgrad erreicht werden, sodass der Bedarf an fremdbezogenem Strom zukünftig geringer ausfallen wird. Der Umbau ist jedoch häufig nicht wirtschaftlich und es werden weiterhin Heizkraftwerke ohne Stromerzeugung eingesetzt, sodass noch viele Unternehmen auf externen Strom angewiesen sind.

Abbildung 4-54: Energiekostenanteil am Umsatz



n=19

Nur 25 % der Unternehmen setzten Kohle ein, die dann allerdings nahezu den ganzen Brennstoff abdeckt. Infolgedessen hatten diese Papierhersteller mit einer Ausnahme eine überdurchschnittliche CO₂-Intensität.

Sekundärbrennstoffe kamen bei rund 44 % der Unternehmen zum Einsatz. Diese deckten im Jahr 2008 zwar nur zu einem geringen Anteil den Energiebedarf ab, es konnte aber in den Jahren 2005 bis 2009 eine leicht ansteigende Tendenz bei dem Einsatz dieses Energieträgers festgestellt werden (vgl. Abbildung 4-56). Bei den anderen Energieträgern kam es zwar bei einigen Unternehmen zu einer Veränderung des Energiemixes, insgesamt betrachtet ist jedoch keine einheitliche Tendenz festzustellen.

⁹⁰ Da der Anteil von Öl bei der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie im Jahr 2008 nur bei 1 % lag, ist davon auszugehen, dass vor allem Gas gemeint ist.

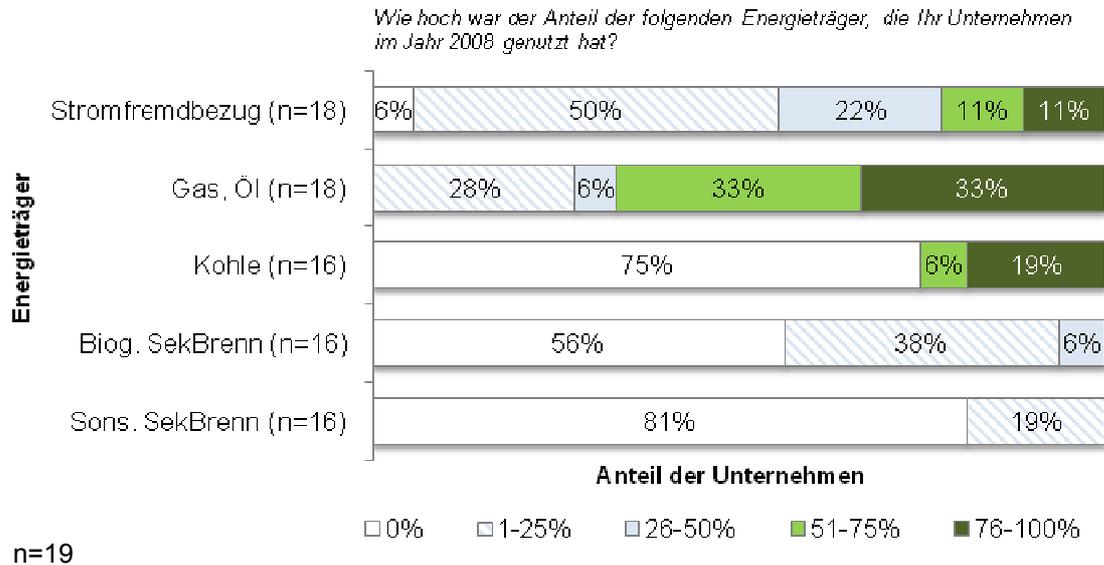
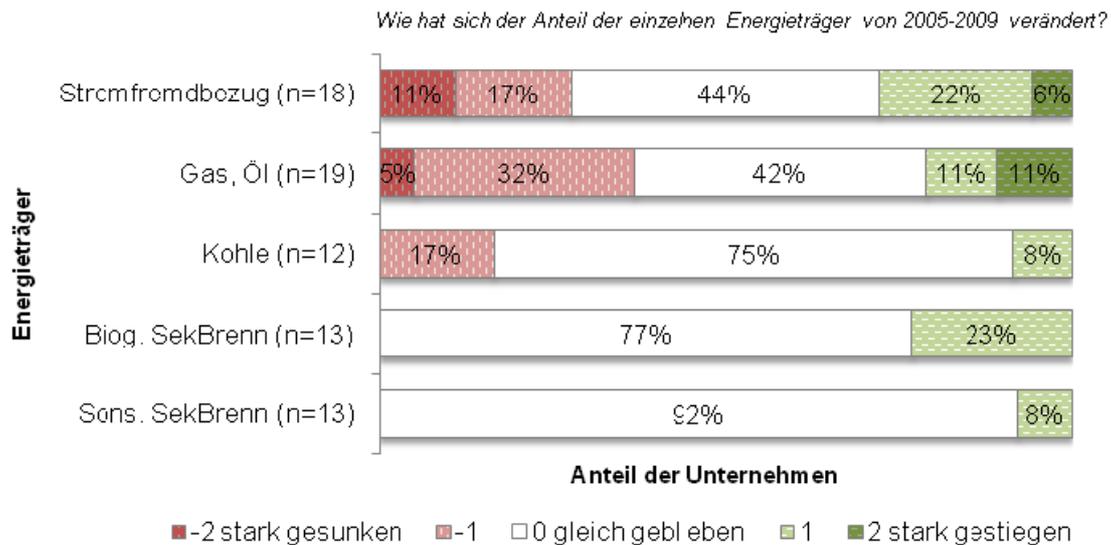
Abbildung 4-55: Anteil der Energieträger⁹¹

Abbildung 4-56: Veränderung eingesetzter Energieträger in den Jahren 2005-2009



Es erzeugten 84 % der Unternehmen Eigenstrom, der von allen zumindest zu einem Teil durch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen generiert wurde. Über die Hälfte der Unternehmen erzeugten 76 % bis 100 % ihres Eigenstrombedarfs mit Hilfe von KWK-Anlagen.⁹² Erneuerbare Energien hingegen wurden bei der Eigenstromerzeugung

⁹¹ Biog. SekBrenn= Biogene Sekundärbrennstoffe;
Sons. SekBrenn= Sonstige Sekundärbrennstoffe

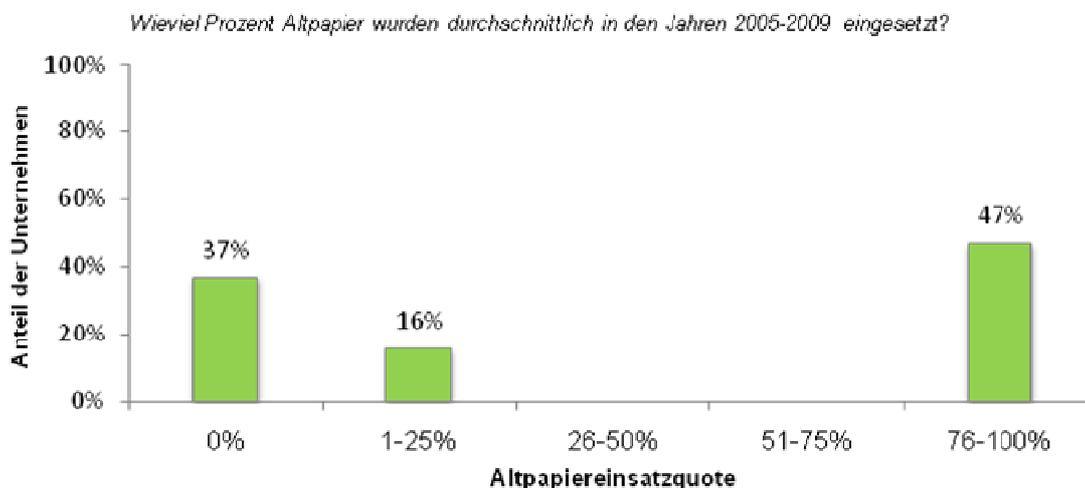
⁹² Gesamt 56 %, davon 6 % durch Biomasse KWK-Anlagen und 50 % durch sonstige KWK-Anlagen

kaum eingesetzt. Wie hoch die Eigenstromerzeugungskapazität der Unternehmen war, kann nur bedingt ausgewertet werden, da einige angegebene Nettoleistungen nicht plausibel erscheinen. Von den 14 angegebenen Werten liegen 9 in einem plausiblen Bereich⁹³ zwischen 4,2 MW_{el} und 42 MW_{el}.

Die Energieintensität hängt wesentlich von den zur Papierherstellung eingesetzten Fasern ab. So ist die Herstellung der Primärfasern Zellstoff bzw. Holzstoff viel energieaufwändiger als die Herstellung von Altpapierfasern (Nathani 2003). Anhand der Umfrage ließ aber kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Einsatz von Altpapier und Energieeinsatz feststellen (vgl. auch EFA (2005)). Die Altpapiereinsatzquote fiel bei den befragten Unternehmen sehr unterschiedlich aus. So wurde entweder sehr viel oder nur in geringem Maße Altpapier eingesetzt (vgl. Abbildung 4-57).

Der Einsatz von Altpapier ist von der hergestellten Papiersorte abhängig. So verwendeten die meisten Unternehmen, die Verpackungspapiere herstellten, sehr viel (>75 %) Altpapier, während bei der Produktion von grafischen Papieren und Spezialpapieren sehr wenig Altpapier (<25 %) eingesetzt wurde.

Abbildung 4-57: Altpapiereinsatzquote



Die durchschnittliche CO₂-Intensität der Unternehmen lag bei 0,68 t CO₂/t Papier, der Maximalwert bei 1,28 t CO₂/t Papier und der Minimalwert bei 0,25 t CO₂/t Papier. Der Bundesdurchschnittswert der Papierindustrie lag im Jahr 2008 etwas höher bei 0,74 t CO₂/t Papier. Die durchschnittliche CO₂-Intensität der verschiedenen Produktgruppen

⁹³ Ein Wert (500 MW_{el}) ist zweifelhaft. 4 Werte liegen sogar über 20.000 MW_{el}. Möglicherweise wurden hier Angaben in KW_{el} oder in MWh gemacht.

ist in Tabelle 4-9 dargestellt. Es konnte allerdings keine Korrelation zwischen der CO₂-Intensität und den verschiedenen Produktgruppen festgestellt werden.

Tabelle 4-9: CO₂-Intensitäten der Produktgruppen

Wie hoch ist in etwa die CO ₂ -Intensität der Papierproduktion Ihres Unternehmens?	
Grafische Papiere (n=8)	0,67 t CO ₂ /t Papier
Verpackungspapiere (n=7)	0,76 t CO ₂ /t Papier
Spezialpapiere (n=6)	0,58 t CO ₂ /t Papier

4.3.1.2 Geschäftsumfeld und Auswirkungen von Klimaregulierungen

In diesem Kapitel werden die Reaktionen der Unternehmen auf das veränderte Geschäftsumfeld untersucht. Dabei wird analysiert, wie die Papier- und Zellstoffhersteller einerseits von den Entwicklungen auf den Rohstoff- und Energiemärkten und andererseits von den umweltpolitischen Maßnahmen der letzten Jahre betroffen waren und wie die Unternehmen die Auswirkungen bewerteten.

4.3.1.2.1 Geschäftsumfeld

Die Ertragslage der Papier- und Zellstoffhersteller hängt insbesondere von der Entwicklung der Rohstoff- bzw. Energiepreise ab. Abbildung 4-58 zeigt, wie stark die Unternehmen von der Veränderung folgender Marktpreise betroffen waren.

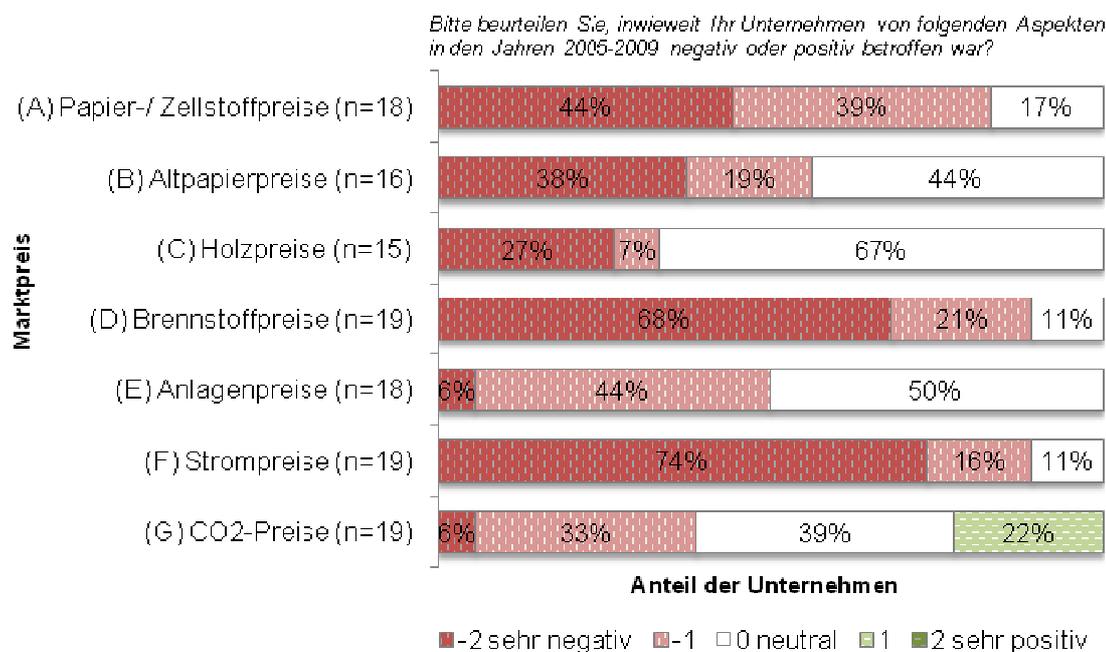
- (A) Papier-/ Zellstoffpreise
- (B) Altpapierpreise
- (C) Holzpreise
- (D) Brennstoffpreise
- (E) Anlagenpreise
- (F) Strompreise
- (G) CO₂-Preise

Die Unternehmen gaben an, dass sie in den Jahren 2005-2009 besonders negativ von der Entwicklung der Strom- und Brennstoffpreise betroffen waren. Ein Preisanstieg in diesem Bereich trifft die Papierindustrie besonders stark, da die Herstellung von Papier ein sehr energieintensiver Prozess ist (Götz 2007; Schneider et al. 2000).

89 % der Unternehmen bezeichnen die Auswirkungen von den Strom- und Brennstoffpreisen als negativ. Die negative Wirkung der Strom- und Brennstoffpreise ist bei allen Unternehmen, unabhängig von ihrem Energiekostenanteil am Umsatz, festzustellen. Die ständig anhaltenden Überkapazitäten und der starke Rückgang des Absatzes in den Jahren 2008 und 2009 auf Grund der Wirtschaftskrise, teilweise von über 25 %,

fürten zu einem starken Preisverfall der Papierprodukte (Schuld 2009). Dementsprechend gaben 83 % der Unternehmen an, negativ von den Preisen der Papier- und Zellstoffprodukte betroffen zu sein. Auch die Entwicklung des Altpapierpreises hatte bei 57 % der Unternehmen negative Auswirkungen. Denn bevor es zu einem Einbruch der Altpapierpreise in Folge der Wirtschaftskrise kam, wurden Höchstpreise für Recyclingmaterial erzielt. Innerhalb des Jahres 2008 fiel der Preis von 80-100 € auf unter 10 € pro Tonne (Diermann 2009). Dass der Preisverfall des Altpapieres nicht zu einem Vorteil genutzt werden konnte, hängt mit den häufig längerfristig abgeschlossenen Lieferverträgen mit festgelegten Abnahmepreisen zusammen (BVSE 2009). Die Unternehmen gaben an, stärker von den Altpapierpreisen belastet zu sein, je höher der Anteil an Altpapierstoff bei der Produktion war. Hier besteht eine statistische Signifikanz ($p=0,043$).⁹⁴

Abbildung 4-58: Betroffenheit von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise



Die Entwicklung des CO₂-Preises stufen die Unternehmen deutlich weniger negativ ein. 22 % der Papierproduzenten wiesen der CO₂-Preisentwicklung sogar einen positiven Einfluss zu. Die Vermutung liegt nahe, dass dies mit der Überausstattung der Emissionsrechte zusammenhängt (vgl. Abbildung 4-60). In Tabelle 4-10 ist die Kreuztabelle zwischen der Betroffenheit des CO₂-Preises und der Bewertung der kostenlo-

⁹⁴ Nach Kendall-Tau: Die Betroffenheit vom Altpapierpreis aus Abbildung 4-58 wurde in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe A= negative Betroffenheit des Altpapierpreises (-2, -1) und Gruppe B= neutrale oder positive Betroffenheit des Altpapierpreises (0, 1, 2).

sen Anfangsausstattung in der ersten Handelsperiode (2005-2007) dargestellt. Wie zu erwarten, bewerteten diejenigen Unternehmen die Entwicklung des CO₂-Preises als positiv, die mehr Zertifikate zur Verfügung gestellt bekamen, als sie benötigten. Es konnte allerdings kein signifikanter Zusammenhang nach Kendall-Tau zwischen der Bewertung des CO₂-Preises und der Anfangsausstattung festgestellt werden ($p=0,21$). Ein weiterer Grund für die positive Betroffenheit könnte sein, dass der Preisanstieg der CO₂-Zertifikate hinter den Erwartungen der Unternehmen zurückblieb.

Die Auswirkungen der politischen Rahmenbedingungen auf die Papierproduzenten sind in Abbildung 4-59 dargestellt. Dabei beurteilten die Unternehmen die Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in Deutschland größtenteils neutral und nur 25 % der Unternehmen stellten eine leicht positive Auswirkung fest. Auch der Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die EU maßen die meisten Unternehmen (84 %) keinen Effekt bei. Die Förderung erneuerbarer Energien wurde von fast der Hälfte der Unternehmen als sehr negativ oder negativ bewertet, was damit erklärt werden könnte, dass erneuerbare Energien als Energieträger nur zu einem geringen Anteil eingesetzt wurden (vgl. Kapitel 4.3.1). Der dahinterliegende Grund für die negative Betroffenheit könnte unter anderem mit der durch die Förderung von erneuerbaren Energien hervorgerufenen Erhöhung des Strompreises zusammen hängen. Nur die KWK-Förderung wurde von über 50 % der befragten Unternehmen positiv eingeschätzt. So führte diese Förderung zusammen mit der vollständigen Erstattung der Energiesteuer bei Jahresnutzungsgraden von KWK-Anlagen von mehr als 70 % in den letzten Jahren zu einem Anstieg des Neubaus von KWK-Anlagen (VDP 2008).

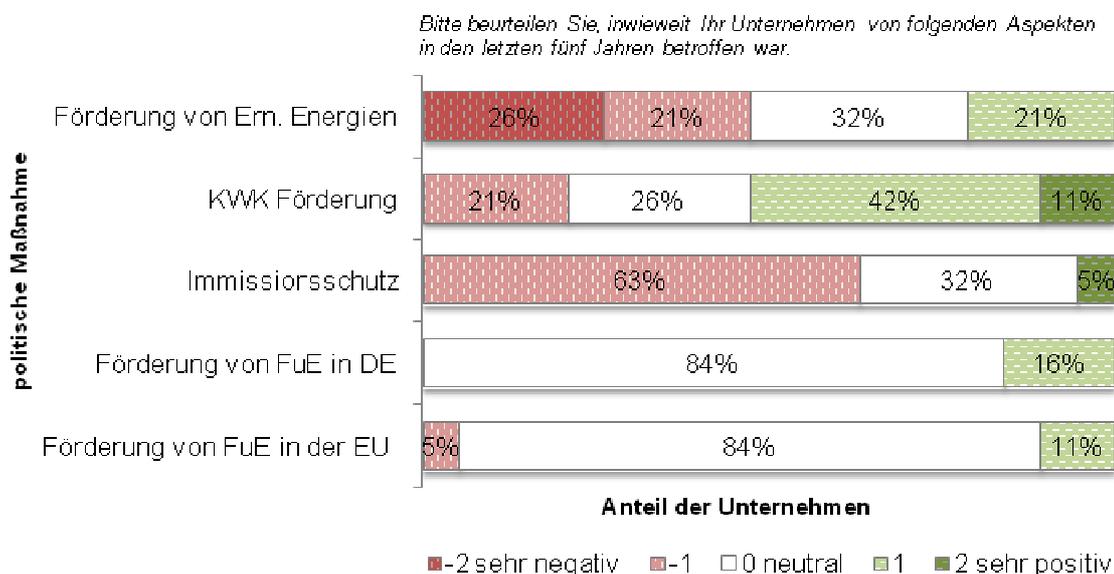
Tabelle 4-10: Kreuztabelle zwischen der Betroffenheit der CO₂-Preise und der Bewertung der kostenlosen Anfangsausstattung von Emissionsrechten

		Anfangsausstattung			Gesamt
		Unterausstattung	ca. wie Emissionen	Überausstattung	
Betroffenheit des CO ₂ -Preises	negativ	6 %	29 %	0 %	35 %
	neutral	12 %	12 %	18 %	41 %
	positiv	0 %	6 %	18 %	24 %
Gesamt		18 %	47 %	36 %	100 %

n=17

Es wurden auch die Auswirkungen der öffentlichen Meinungen bezüglich der Sekundärbrennstoffe und Papierproduktion abgefragt, die aber von den meisten Firmen als neutral (84 % bei Sekundärbrennstoffen bzw. 90 % bei der Papierproduktion) eingestuft wurden.

Abbildung 4-59: Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen



n=19

4.3.1.2.2 Betroffenheit von klimapolitischen Regulierungen

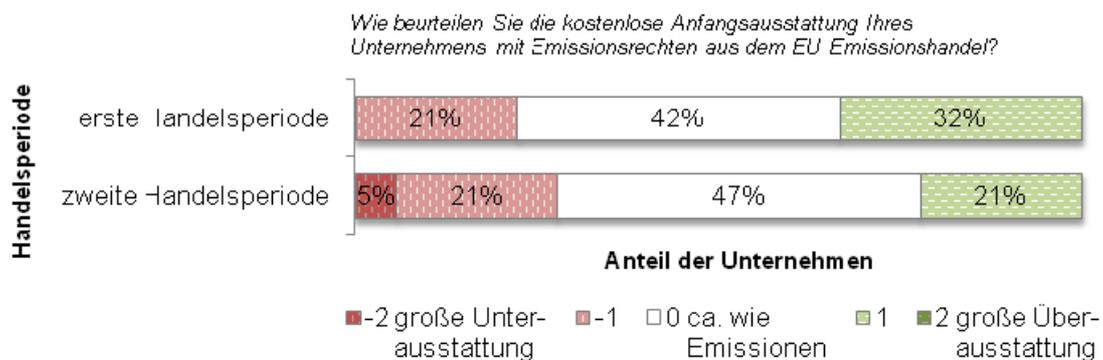
Um die Betroffenheit der Papier- und Zellstoffhersteller vom EU-Emissionshandel einschätzen zu können, wurde nach dem Verhältnis der CO₂-Emissionen und der kostenlosen Anfangsausstattung an Emissionsrechten gefragt, die den Anlagen der Papierindustrie in den ersten beiden Handelsperioden (2005-2007 bzw. 2008-2012) nach dem „Grandfathering Prinzip“ zugeteilt wurden. Besonders die erste Handelsperiode stand unter den Einfluss einer massiven Überallokation, wie Abbildung 4-60 zeigt.

In der ersten Handelsperiode erhielten etwa ein Drittel der Unternehmen mehr Emissionsberechtigungen als sie benötigten. Demgegenüber berichteten in der zweiten Handelsperiode 21 % von einer Minderausstattung mit Emissionsrechten. Diese waren somit gezwungen, Emissionsminderungen durchzuführen oder zusätzliche Zertifikate zu kaufen. Die Auswertung der ersten Handelsperiode der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) ergab, dass die Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie auch nach der Ex-Post-Korrektur⁹⁵ eine Mehrausstattung an Emissionsrechten von knapp 30 % für alle 3 Jahre der ersten Handelsperiode (2005-2007) erhalten hatten (DEHSt 2009b). Ein Grund für die hohe Anfangsausstattung an Zertifikaten in der zweiten Handelsperiode ist die niedrige Kürzung im Industrieanlagenbereich. Der Erfüllungsfaktor liegt hier bei 0,9875. Weiter unterliegt über die Hälfte der 125 Anlagen der Papierin-

⁹⁵ Die Ex-Post-Korrektur wirkte auf die Zuteilungen nach §7 Abs.12 (Benchmark) und § 14 (Eigenstromerzeugung in KWK).

dustrie, die am Emissionshandel teilnehmen, der Kleinemittentenregelung mit einem Erfüllungsfaktor von 1 (DEHSt 2009a). Im ersten Jahr der zweiten Handelsperiode (2008) betrug die Überausstattung aller Anlagen der Papierindustrie, die am Emissionshandel teilnehmen, durchschnittlich 9 % (DEHSt 2009c). Ein Teil der Überausstattung ist auf die rückläufigen Produktionszahlen im Jahr zurückzuführen. Somit stimmt zumindest die Tendenz mit den Antworten in der Umfrage überein, dass die Überallokation in der zweiten Handelsperiode etwas abgenommen hat. Ein deutlicher Trend zu einer Reduktion der Anfangsausstattung ist jedoch nicht zu beobachten. Die Bewertung der Ausstattung in der ersten Handelsperiode korreliert positiv mit der Bewertung in der zweiten Handelsperiode. Hier konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang nach Kendall-Tau festgestellt werden ($p=0,006$).

Abbildung 4-60: Bewertung der Anfangsausstattung von CO₂-Zertifikaten



n=18

Im Folgenden werden die kurzfristigen (2005-2012) und die langfristigen (2012-2020) Auswirkungen von der Klimapolitik im Allgemeinen und den klimapolitischen Instrumenten, insbesondere des EU-Emissionshandels, auf die Papierindustrie untersucht. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass sich die meisten Unternehmen von den klimapolitischen Maßnahmen negativ betroffen fühlten. Bei dem kurzfristigen Betrachtungshorizont (2005-2012) gaben noch fast 40 % der Firmen an, neutral oder sogar positiv von der Klimapolitik im Allgemeinen betroffen zu sein. Langfristig jedoch beurteilten etwa 90 % der Unternehmen die Auswirkungen der Klimapolitik im Allgemeinen als negativ oder sehr negativ. Auch die Auswirkungen des EU-Emissionshandels und des Clean Development Mechanism (CDM) wurden längerfristig deutlich negativer eingeschätzt. Am wenigsten negativ von der Klimapolitik bis zum Jahr 2012 sind Unternehmen betroffen, die Verpackungspapiere in ihrem Produktportfolio haben. 66 % von diesen Unterneh-

men bewerteten die Auswirkungen neutral oder leicht positiv. Das Ergebnis ist nach Kendall-Tau statistisch signifikant ($p=0,013$)⁹⁶.

Beim kurzfristigen Betrachtungshorizont (2005-2012) stuften die meisten Unternehmen (67 %) ihre Betroffenheit vom Clean Development Mechanism (CDM) als neutral ein. Die 17 % der Unternehmen, welche den CDM als positiv bewertet haben, sicherten sich Zertifikate aus CDM-Projekten und konnten so von einem niedrigeren Zertifikatspreis profitieren. Über die Hälfte der Unternehmen gab an, vom EU-Emissionshandel neutral oder positiv betroffen zu sein. Es konnte ein Zusammenhang zwischen der Anfangsausstattung der Emissionsrechte und der Betroffenheit des Emissionshandels festgestellt werden. Es besteht eine positive, statistisch signifikante Korrelation ($p=0,034$)⁹⁷. Dies ist zu erwarten, da bei einer Überallokation nicht nur keine direkten Kosten für die Unternehmen entstehen, sondern zusätzlich die Möglichkeit besteht, nicht benötigte Zertifikate gewinnbringend zu veräußern. Des Weiteren gibt es eine positive Korrelation zwischen der Betroffenheit des Emissionshandels und der Veränderung der relativen Marktposition (durch Klimapolitik hervorgerufen). Erwartungsgemäß besteht hier ein signifikanter Zusammenhang nach Kendall Tau ($p=0,002$). So bewerteten die Firmen, die davon ausgehen, dass sich durch den Emissionshandel ihre relative Marktposition verbessert hat bzw. wird, die Betroffenheit vom Emissionshandel als positiv.

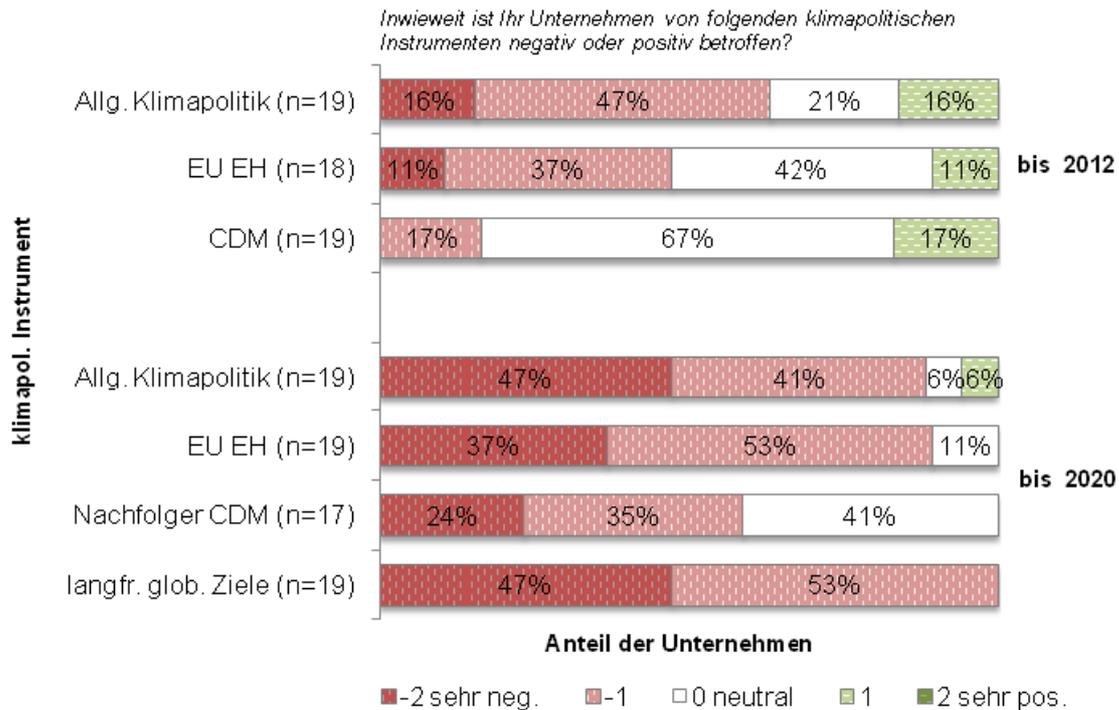
Bei einem langfristigen Betrachtungshorizont (2013-2020) wurden neben dem EU-Emissionshandel und dem Nachfolgemechanismus des Clean Development Mechanism zusätzlich die Auswirkungen von langfristigen globalen Reduktionszielen für Treibhausgase untersucht. Der Emissionshandel wurde in diesem Betrachtungshorizont ebenso wie die langfristigen globalen Reduktionsziele für Treibhausgase sehr negativ beurteilt. Nur noch 11 % stuften den Emissionshandel als neutral ein. Die Stringenz der Zuteilungsregeln könnte ein Grund für die negative Bewertung sein. Zudem gehen die Unternehmen von einem starken Anstieg des CO₂-Preises aus (vgl. Abbildung 4-62). Für das Jahr 2012 schätzte die Mehrheit der Unternehmen (58 %) den Preis auf 6 – 20 €. Am Ende der dritten Handelsperiode im Jahr 2020 rechnen 53 % der Unternehmen mit einem Preis von 21 – 35 €. 11 % erwarten sogar einen Preis von mehr als 50 €. Durchschnittlich wurde der Preis pro Tonne CO₂ bis Ende 2012 auf 18 € geschätzt. Für das Ende der dritten Handelsperiode rechnen die Unter-

⁹⁶ Bivariater Vergleich zwischen Betroffenheit der Klimapolitik (Gruppe A: negative Auswirkungen (-2;-1); Gruppe B: neutrale bzw. positive Auswirkungen (0;1;2)) und Unternehmen, die Verpackungspapiere herstellen

⁹⁷ Nach Kendall-Tau

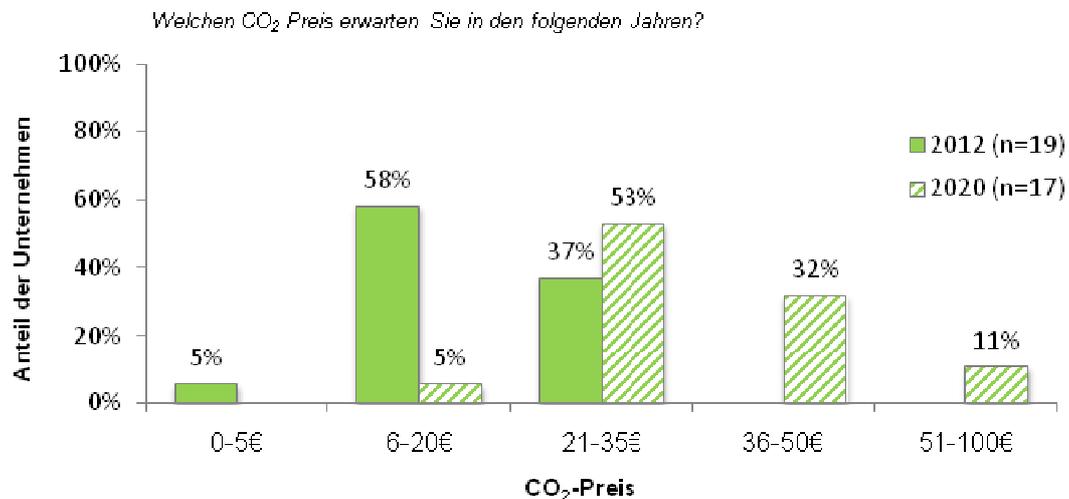
nehmen damit, dass sich der Preis auf durchschnittlich 37 € pro Tonne CO₂ verdoppeln wird.⁹⁸

Abbildung 4-61: Betroffenheit der Papierproduzenten von bestimmten klimapolitischen Instrumenten



Betrachtet man die kurzfristige bzw. langfristige Veränderung der relativen Marktposition, gab die Mehrheit der Unternehmen an, dass sich ihre relative Wettbewerbsposition durch die Klimapolitik innerhalb der Papierindustrie stark verschlechtern wird. Lediglich 21 % der Unternehmen sehen Ihre Position langfristig als nicht gefährdet. Da die meisten Unternehmen ihre Wettbewerbsposition durch die Klimapolitik als gefährdet ansehen, könnten die Gewinner auch außerhalb von Europa sein, wo es weniger strenge Umweltauflagen gibt. Der Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) schätzt, dass bei einer derzeitig geplanten Anwendung des EU-Emissionshandels und der derzeitigen Wirtschaftslage eine wirtschaftliche Papierproduktion in Europa nicht mehr möglich ist (VDP o. J.).

⁹⁸ Zur Berechnung wurden die jeweiligen Klassenmittelpunkte genommen. Hierbei sind die unterschiedlichen Klassenbreiten zu beachten.

Abbildung 4-62: Einschätzung der Entwicklung des CO₂-Preises

4.3.1.3 Adoptionsverhalten und Forschung und Entwicklung

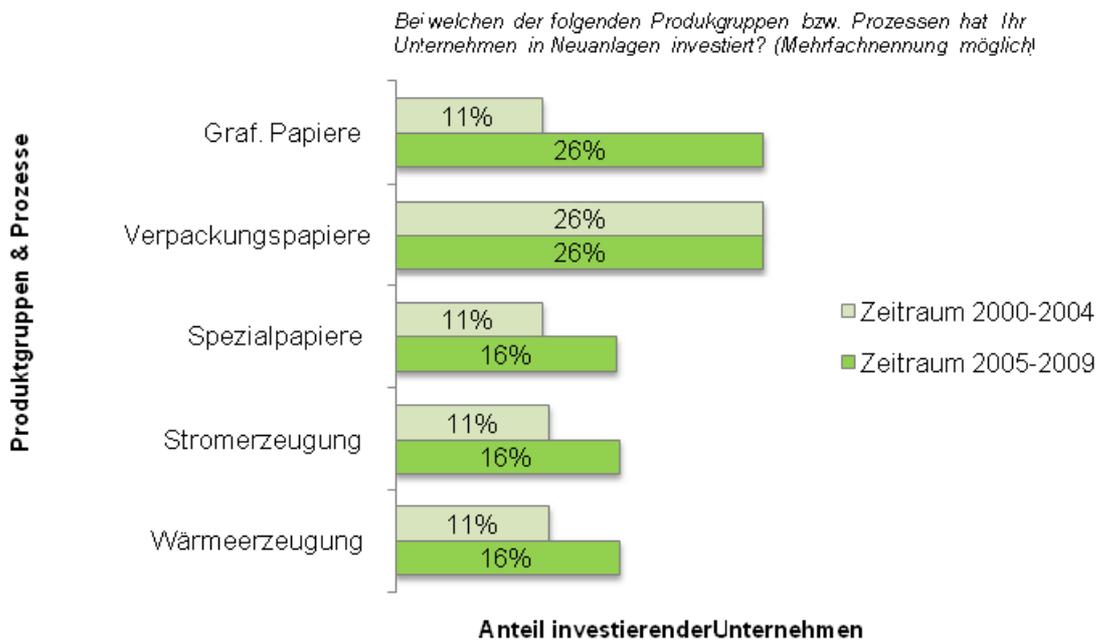
In diesem Kapitel werden die Investitionstätigkeiten der Unternehmen differenziert nach den Bereichen Neuanlagen (Kapitel 4.3.1.3.1), Modernisierungen (Kapitel 4.3.1.3.2) und Forschung und Entwicklung (Kapitel 4.3.1.3.3) untersucht. Dabei sollen insbesondere die Auswirkungen des EU-Emissionshandels im Vergleich zu anderen politischen Maßnahmen oder Einflussfaktoren und der technische Neuheitsgrad der Investitionen bewertet werden.

Es ist zu beachten, dass bei den Unternehmen, die einer Unternehmensgruppe angehören, der Einfluss des Mutterkonzerns auf die Investitionsentscheidungen als sehr hoch angegeben wurde. So spielte bei 92 % der Unternehmen der Mutterkonzern eine sehr große, bei 8 % eine große Rolle bei Investitionsentscheidungen.

4.3.1.3.1 Ergebnisse Investitionen in Neuanlagen

Insgesamt haben sich 63 % der Unternehmen für eine Investition in Neuanlagen in den letzten zehn Jahren (2000-2009) entschieden. In Abbildung 4-63 ist differenziert nach dem Zeitraum vor der Einführung (2000-2004) und nach der Einführung (2005-2009) dargestellt, in welchen Produktgruppen bzw. Prozessen Investitionen in Neuanlagen getätigt wurden.

Abbildung 4-63: Neuanlageninvestitionen in verschiedenen Bereichen

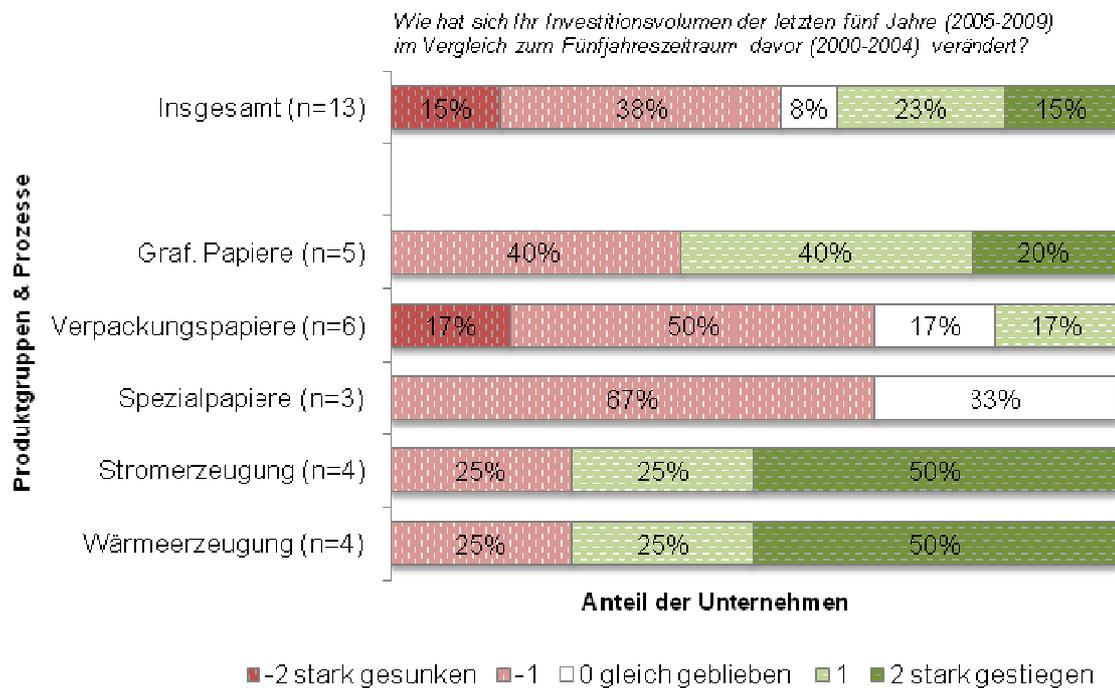


n=19

Es wurden in den fünf Jahren nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) in mehr Bereichen (Produktgruppen bzw. Prozessen) Investitionen in Neuanlagen durchgeführt als in den fünf Jahren davor (2000-2004). Betrachtet man die Veränderungen des Investitionsvolumens in dem Zeitraum 2005-2009 gegenüber dem Zeitraum 2000-2004, so ist das Investitionsvolumen außer im Bereich der Wärme- und Stromerzeugung tendenziell gesunken (vgl. Abbildung 4-64). Besonders in den Produktgruppen Verpackungspapiere und Spezialpapiere ging das Investitionsvolumen bei jeweils 67 % der Unternehmen zurück. Insgesamt ist das Investitionsvolumen bei 38 % der Unternehmen gestiegen, während es bei 53 % gesunken ist.

Der deutliche Anstieg ist darauf zurückzuführen, dass ab 2005 wieder verstärkt neue KWK-Anlagen gebaut wurden. So stieg der Anteil der KWK-Wärme der Papier- und Zellstoffindustrie in den letzten vier Jahren um 23 Prozentpunkte auf 79 % im Jahr 2008 an (VDP 2008). Da bei den befragten Papierproduzenten meist Strom- und Wärmeerzeugung gleichzeitig durchgeführt wurden, kann hier von einem Neubau im Bereich der KWK ausgegangen werden. Die deutsche Papier- und Zellstoffindustrie hat ebenfalls ihren Eigenstromanteil in den Jahren 2005-2008 kontinuierlich erhöht, was ein weiterer Grund für den Anstieg der Neuanlageninvestitionen im Bereich der Stromerzeugung sein könnte (VDP 2008).

Abbildung 4-64: Veränderung des Investitionsvolumens bei Neuanlagen

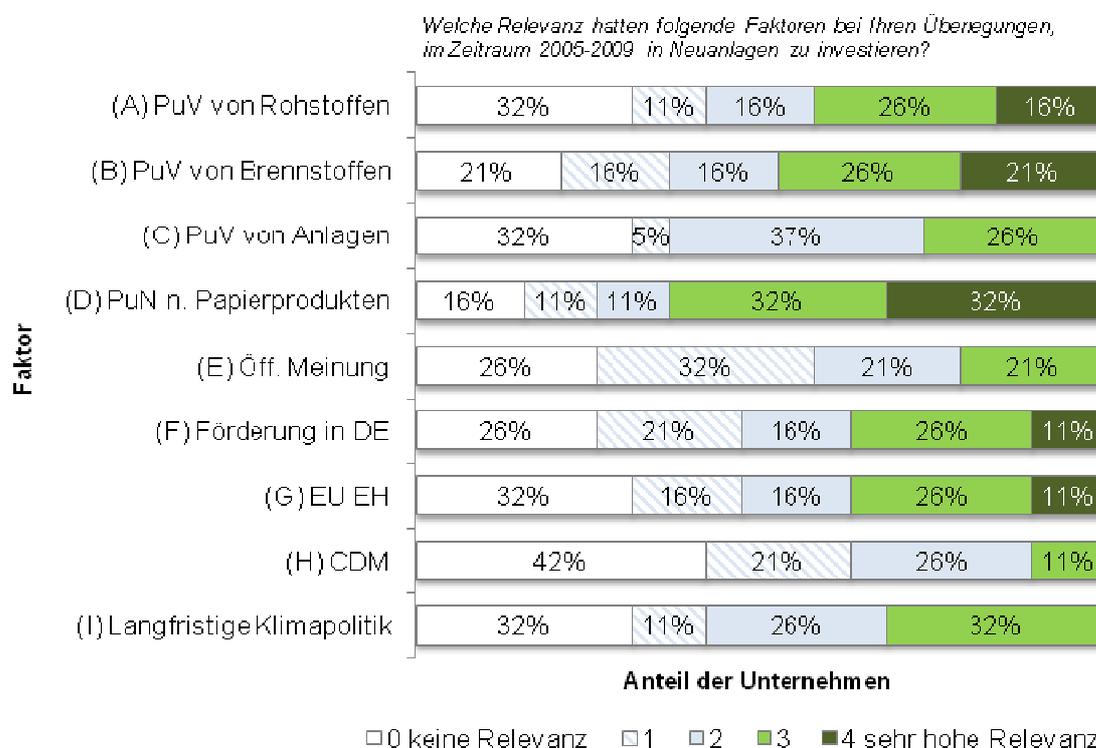


Um die Relevanz des Emissionshandels und des Clean Development Mechanism (CDM) des Kyoto-Protokolls im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidung in Neuanlagen zu bewerten, wurden folgende Faktoren miteinander verglichen (vgl. Abbildung 4-65):⁹⁹

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (C) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (D) Preise und Nachfrage nach Papier-/ Zellstoffprodukten
- (E) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (F) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (G) EU-Emissionshandel
- (H) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (I) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

⁹⁹ Diese Fragen wurden allen Unternehmen gestellt, auch wenn diese sich gegen eine Neuanlageninvestition entschieden haben.

Abbildung 4-65: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionen in Neuanlagen



n=19

Preise und Nachfrage nach Papierprodukten wurden mit Abstand als die wichtigsten Faktoren bei Investitionsentscheidungen in Neuanlagen eingestuft. So wiesen 64 % der befragten Unternehmen diesen Faktoren die beiden höchsten Relevanzen (3, 4) zu. Ebenso bewerteten die Unternehmen die Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen bzw. Rohstoffen als wichtige Einflussfaktoren. Der Emissionshandel hatte hingegen bei 32 % der Unternehmen überhaupt keinen Einfluss bei Überlegungen, in Neuanlagen zu investieren. Dem Clean Development Mechanism (CDM) wurde die geringste Relevanz zugeordnet. Um zu überprüfen, wie die Bewertung der klimapolitischen Maßnahmen (G-I) und der Förderungen in Deutschland (F) Auswirkungen auf die Investitionsentscheidungen hatte, wurde der Mann-Whitney-Test durchgeführt. Es konnte allerdings kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer höheren Bewertung der Relevanz klimapolitischer Faktoren bei Neuanlageninvestitionen und der tatsächlich durchgeführten Investitionen festgestellt werden. Das Ergebnis ist in Tabelle 4-11 dargestellt.

Des Weiteren wurde die Bewertung der Auswirkung der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten auf die Investitionsentscheidungen untersucht. In Abbildung 4-66 sind dazu die Beurteilungen der Unternehmen, die in dem Zeitraum nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) investiert haben und derjenigen, die nicht investiert haben, getrennt dargestellt. Die Unternehmen, die in Neuanlagen investierten, maßen

der Gratisverteilung entweder gar keine Rolle oder eine sehr wichtige Rolle hinsichtlich der Investitionsüberlegungen bei. Dass auch Unternehmen, die nicht in Neuanlagen investiert hatten, der Gratisverteilung eine sehr hohe bzw. hohe Relevanz zugeordnet haben, könnte darauf deuten, dass entweder in dem Zeitraum vor dem Emissionshandel investiert und so von der Early Action Regel profitiert wurde oder die kostenlose Verteilung dazu führte, dass nicht investiert wurde.

Tabelle 4-11: Mann-Whitney-Test: Bewertung klimapolitischer Maßnahmen bei Investitionen in Neuanlagen

	Mittlerer Rang der Gruppenvariablen ¹⁰⁰		p-Wert	Signifikanter Zusammenhang
	Ja	Nein		
(F) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland	10,38	9,36	0,697	Nein
(G) EU-Emissionshandel	9,96	10,07	0,965	Nein
(H) CDM und potentielle Nachfolge-mechanismen	9,21	11,36	0,397	Nein
(I) Langfristige europäische/globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion	9,29	11,21	0,454	Nein

Um die Auswirkungen der Gratisverteilung auf bestimmte Aspekte der Investitionsentscheidung genauer zu untersuchen, wurde allen Unternehmen, die der Gratisverteilung eine gewisse Relevanz (1-4) zugeordnet haben, eine weiterführende Frage gestellt (vgl. Abbildung 4-67). Die Bedeutung der Bewertungsskalen kann der Fußnote 101 entnommen werden.

Die Unternehmen, die der Gratisverteilung eine wichtige Relevanz bei Investitionsentscheidungen zugeordnet haben, maßen dem Emissionshandel generell eine wichtigere Rolle bei Investitionsentscheidungen zu als die übrigen Unternehmen (siehe Abbildung 4-65).

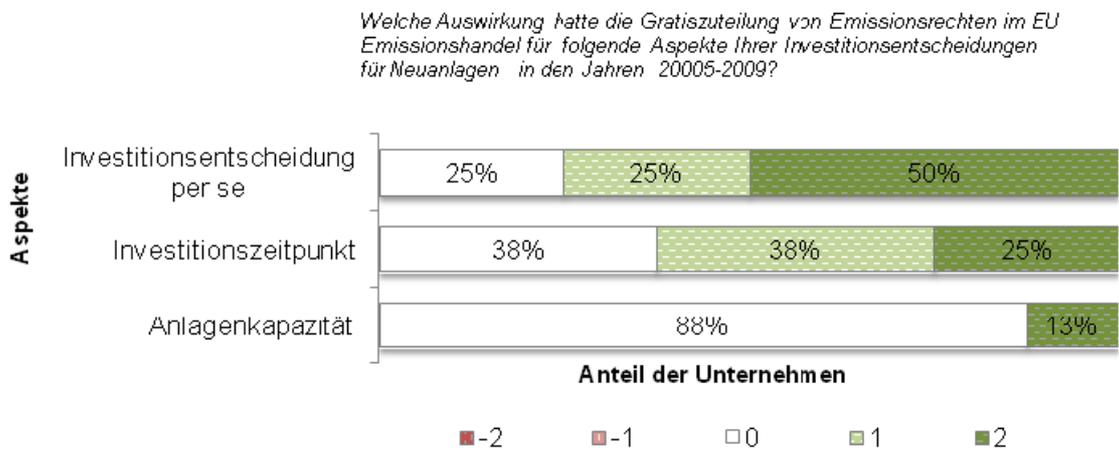
¹⁰⁰ Gruppenvariable: Entscheidung ob in Neuanlagen investiert wurde (Ja oder nein)

Abbildung 4-66: Relevanz der Gratiszuteilung bei Investitionen in Neuanlagen



n=19

Abbildung 4-67: Auswirkungen der Gratiszuteilung auf verschiedene Aspekte bei Investitionen in Neuanlagen¹⁰¹



n=9

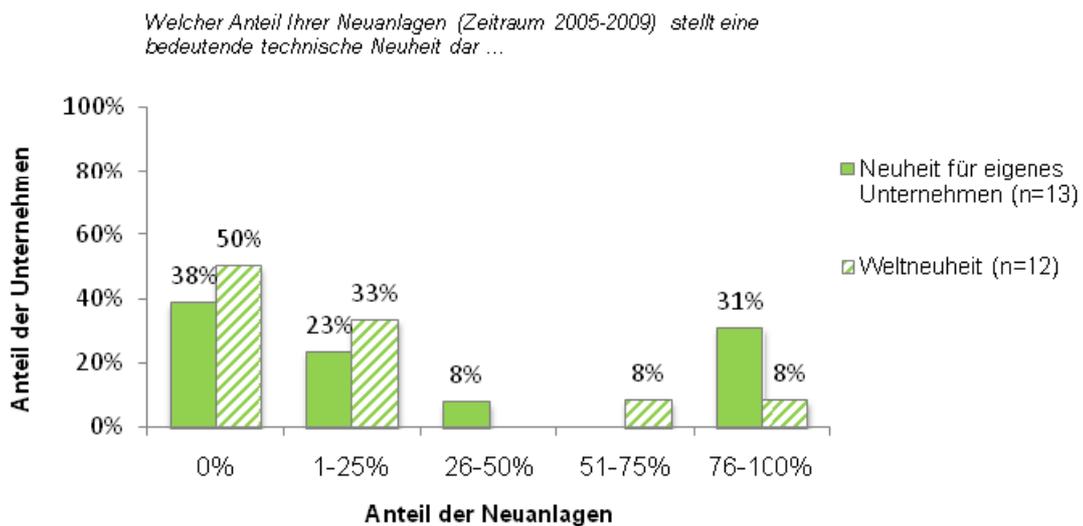
Zwei Firmen aus der Gruppe, welche die Auswirkungen der Gratisallokation auf die Investitionsentscheidung per se als stark förderlich und den Investitionszeitpunkt stark beschleunigend sahen, führten in den letzten zehn Jahren überhaupt keine Investitionen in Neuanlagen durch. Bei dieser Frage ist davon auszugehen, dass der positive

¹⁰¹ Investitionsentscheidung per se: -2 stark hinderlich; 0 neutral; 2 stark förderlich
 Investitionszeitpunkt: -2 stark verzögernd, 0 neutral, 2 stark beschleunigend
 Anlagenkapazität: -2 stark verringert, 0 neutral, 2 stark erhöht

Effekt der Gratisallokation in der Praxis im Zusammenspiel mit Kontextfaktoren für tatsächliche Investitionsvorhaben deutlich geringer ausfällt als die Antworten hier signalisieren. Außerdem stufen fast alle Firmen den Bedarf an Neuanlagen rückblickend auf das Jahr 2005 als sehr hoch ein, was den Schluss nahe legt, dass auch ohne eine kostenlose Verteilung der Emissionszertifikate diese Investitionen durchgeführt worden wären. Auch konnte bei den Umfrageergebnissen dahingehend kein Zusammenhang festgestellt werden, dass die Unternehmen, die der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten eine hohe Relevanz bezüglich der Investition in Neuanlagen zugeordnet auch häufiger in Neuanlagen investiert haben.

Im nächsten Abschnitt wird der Innovationsgrad der Neuanlagen untersucht, indem analysiert wird, welcher Anteil der Neuanlageninvestitionen in dem Zeitraum 2005-2009 eine technische Neuheit für das eigene Unternehmen bzw. für die Papierindustrie weltweit darstellte (vgl. Abbildung 4-68).

Abbildung 4-68: Technischer Neuheitsgrad der Investitionen in Neuanlagen



61 % der Unternehmen gaben an, dass kein oder nur ein geringer Teil der Neuanlageninvestition eine Neuheit für das eigene Unternehmen darstellte und 83 % der Unternehmen gaben an, dass kein oder nur ein geringer Anteil der Neuanlageninvestition eine Weltneuheit darstellte. Dies deutet darauf hin, dass die Technik schon auf einem relativ hohen technologischen Niveau und weit verbreitet ist, was in den Fallstudien bestätigt wurde. Die Unternehmen (16 %), bei denen über 50 % der Neuanlagen eine technische Weltneuheit waren, wiesen auch die höchsten FuE-Ausgaben (gemessen am Umsatz) auf. Anders als bei Ghosal (2009) deutet dies auf einen direkten Zusammenhang zwischen der Forschungsintensität und dem Innovationsverhalten hin. Firmen, die nicht Teil einer Unternehmensgruppe sind, unterschieden sich in Ihrem Inves-

titionsverhalten in Neuanlagen von denen, die einem Konzern angehören. So investierten die eigenständigen Unternehmen generell mehr und vor allem in neuere Technologien. Auch die eben genannten innovativen Firmen, bei denen mehr als 50 % der Neuanlagen eine Weltneuheit darstellten, gehörten keiner Unternehmensgruppe an. Es besteht eine positive Korrelation zwischen der Eigenständigkeit von Unternehmen und der Entscheidung, in Neuanlagen zu investieren. Der Zusammenhang ist statistisch signifikant nach Kendall-Tau ($p=0,028$).

Außerdem wurde untersucht, inwieweit neues technologisches Know-how bei Neuanlageninvestitionen benötigt wurde oder das in der Firma existierende Know-how genügte. Dabei gab etwa die Hälfte der Firmen an, dass bei 76-100 % ihrer Investitionen in Neuanlagen die Technologie stark auf den existierenden Fähigkeiten des Unternehmens aufbaute. Durchschnittlich wurde bei 61 % der Investitionen in Neuanlagen auf den existierenden Fähigkeiten im Unternehmen aufgebaut, während bei nur 21 % neues technologisches Know-how benötigt wurde.¹⁰²

Bei allen Unternehmen, die in Neuanlagen investiert haben, war ein positiver oder neutraler Effekt auf die CO₂-Intensität der Papierproduktion zu verzeichnen. Die positiven Auswirkungen könnten einerseits aus dem stärkeren Einbeziehen umweltrelevanter Aspekte oder aus einer Produktionssteigerung bei gleichbleibendem Energieeinsatz resultieren. Da die Papierindustrie ein Industriebereich ist, bei dem vor allem Prozessinnovation betrieben wird und dem Emissionshandel bei 64 % der Unternehmen keine oder nur eine geringe Relevanz bei Neuanlageninvestitionen zugewiesen wurde, ist letzteres wahrscheinlicher. Eine Neuanlageninvestition im Strom- und Wärmebereich wird ebenfalls mit hoher Wahrscheinlichkeit eine bessere Energieeffizienz zur Folge haben, was sich ebenfalls positiv auf die CO₂-Intensität ausgewirkt haben könnte.

4.3.1.3.2 Ergebnisse Investitionen in Modernisierungen

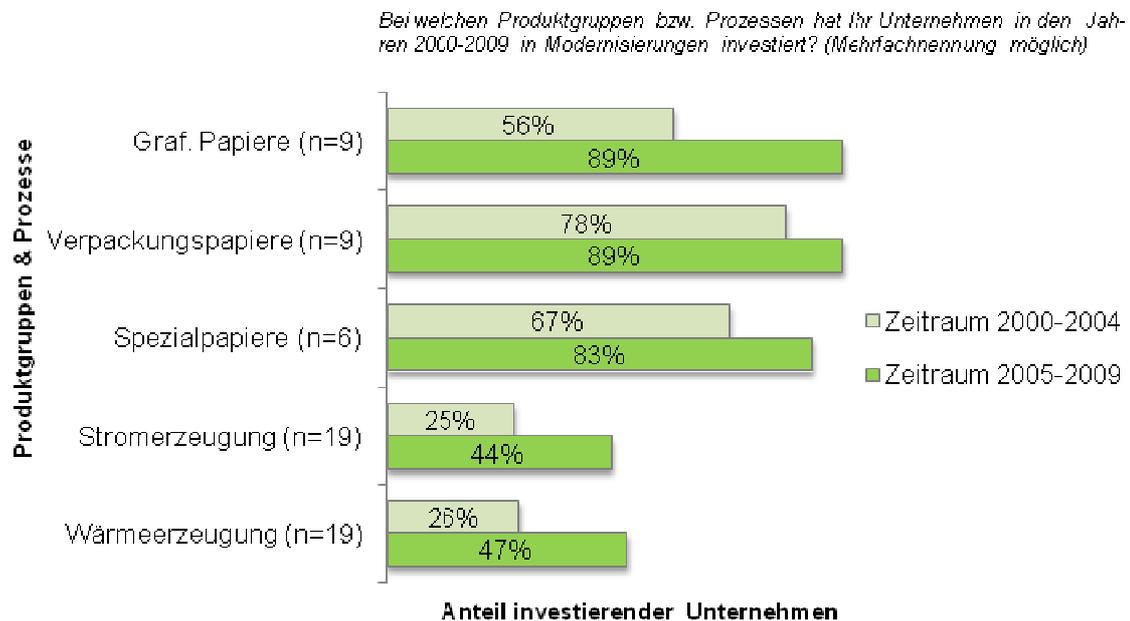
Alle Unternehmen investierten innerhalb der letzten zehn Jahre (2000-2009) in Modernisierungen. 95 % haben in dem Zeitraum nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) und 84 % vor Einführung des Emissionshandels (2000-2004) investiert. In welchen Produktgruppen bzw. Prozessen diese Modernisierungen getätigt wurden, ist in Abbildung 4-69 dargestellt. Da nur Modernisierungsmaßnahmen in den Produktgruppen durchgeführt werden konnten, welche sich im Portfolio der Unternehmen befanden, ergeben sich bei den Produktgruppen unterschiedliche Stichprobengrößen¹⁰³.

¹⁰² Durchschnittswerte aus Klassenmittelpunkten (5 Klassen zwischen 0 und 100 %) gebildet.

¹⁰³ Bei der Strom- und Wärmeerzeugung umfasst die Stichprobengröße alle an der Umfrage beteiligten Unternehmen.

Bei den Produktgruppen wurde die Frage nur denjenigen Unternehmen angezeigt, welche die entsprechende Papiersorte im Produktportfolio hatten

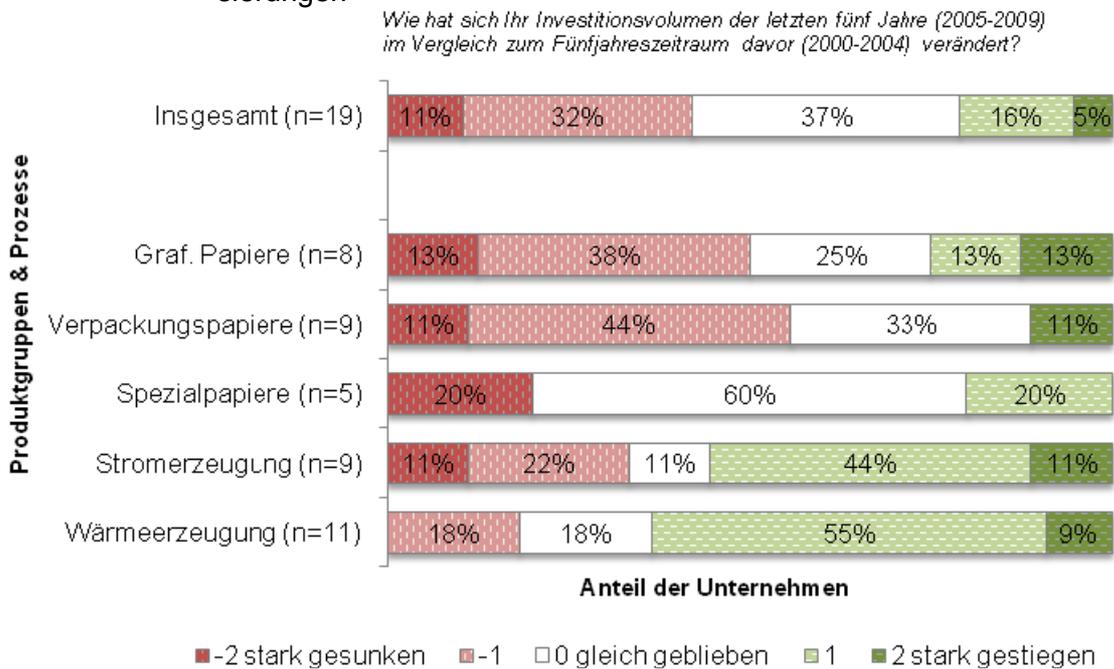
Abbildung 4-69: Modernisierungsmaßnahmen in verschiedenen Bereichen



Es wurden im Zeitraum nach der Einführung des Emissionshandels (2005-2009) in deutlich mehr Bereichen Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt als in dem Fünfjahreszeitraum davor. Dabei waren keine großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Produktgruppen erkennbar. Der Anteil der Unternehmen, die Investitionstätigkeiten durchführten, nahm am meisten im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung zu. Hier ist ein Anstieg der Modernisierungsmaßnahmen von jeweils etwa 45 % zu verzeichnen.

Betrachtet man die Veränderung des Investitionsvolumens der letzten fünf Jahre (2005-2009) im Vergleich zu dem Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004), so ist eine unterschiedliche Entwicklung in den einzelnen Produktgruppen bzw. Prozessen zu beobachten (vgl. Abbildung 4-70). Nur im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung ist eine deutliche Zunahme des Investitionsvolumens erkennbar. Insgesamt betrachtet ist das Investitionsvolumen bei 43 % der Unternehmen gesunken, während es bei 21 % gestiegen ist.

Abbildung 4-70: Veränderung des Investitionsvolumens bei Investitionen in Modernisierungen



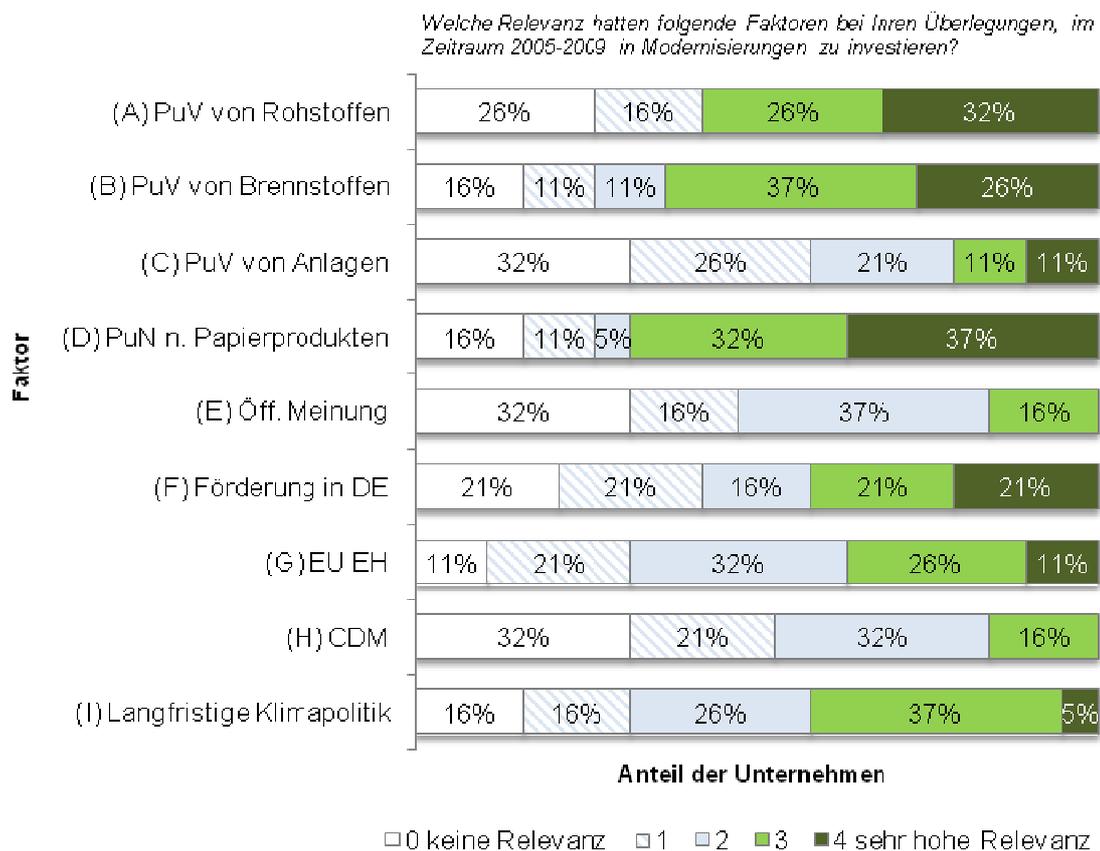
Die Relevanz des Emissionshandels und der langfristigen Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion bei Investitionen in Modernisierungen im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren ist in Abbildung 4-71 abgebildet. Dabei wurden folgende Faktoren miteinander verglichen:

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (C) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (D) Preise und Nachfrage nach Papier-/ Zellstoffprodukten
- (E) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (F) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (G) EU-Emissionshandel
- (H) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (I) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Der Einfluss von Preis und Nachfrage nach Papierprodukten wurde als der bei dieser Auflistung wichtigste Einflussfaktor bei Investitionsentscheidungen in Modernisierungen angegeben. So spielte dieser Faktor nach Angabe der Unternehmen bei knapp 70 % eine große oder sehr große Rolle (3, 4). Auch Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen und Rohstoffen beurteilten 63 % der Unternehmen als wichtige Einflussfaktoren. Dem Emissionshandel und den langfristigen Zielen zur Treibhausgasreduktion wurden von 37 % bzw. 42 % der Unternehmen eine hohe oder sehr hohe Relevanz zugeordnet. Diese Faktoren spielten so verglichen mit den anderen Einflussfaktoren eine mit-

telwichtige Rolle. Unwichtiger wurden die Preise und die Verfügbarkeit von Anlagen, der Clean Development Mechanism und die öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien bewertet.

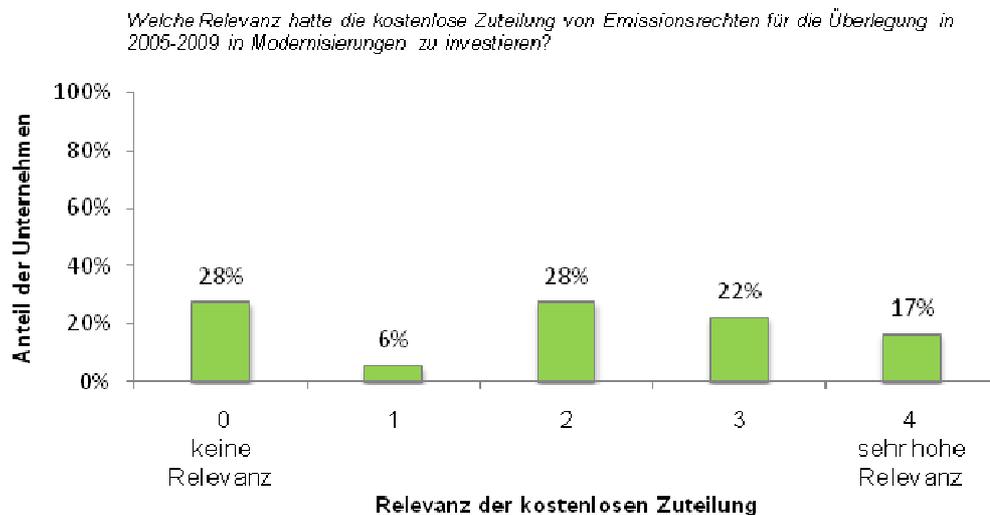
Abbildung 4-71: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionen in Modernisierungen



n=19

In Abbildung 4-72 ist die Bewertung der Auswirkung der Gratiszuteilung von Emissionsrechten auf die Modernisierungsmaßnahmen dargestellt. Dabei wurden nur diejenigen Unternehmen betrachtet, die nach 2005 Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt haben. Die Auswirkung der kostenlosen Zuteilung wurde von den Unternehmen sehr unterschiedlich bewertet. So gaben 62 % der Unternehmen an, dass die Gratiszuteilung keine oder nur eine geringe (1, 2) Relevanz bei Überlegungen in Modernisierungen zu investieren gespielt hat, während sie von 38 % als hoch bzw. sehr hoch beziffert wurde.

Abbildung 4-72: Relevanz der Gratiszuteilung bei Investitionen in Modernisierungen



n=18

Weiter wurde untersucht, wie stark die Auswirkungen des Emissionshandels¹⁰⁴ auf die Modernisierungsentscheidung per se und den Modernisierungszeitpunkt waren (vgl. Abbildung 4-73). 54 % der Papierproduzenten gaben an, dass der EU-Emissionshandel eine positive Auswirkung auf die Modernisierungsentscheidung hatte. Der EU-Emissionshandel hatte nach Ansicht von einem Drittel der Unternehmen eine beschleunigende Wirkung auf den Modernisierungszeitpunkt. Der Grund für die stark hinderliche Wirkung bei 7 % der Unternehmen könnte beispielsweise sein, dass sich durch die Modernisierungsmaßnahmen der Emissionsausstoß erhöhte und die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme auf Grund der Unsicherheit über den zukünftigen CO₂-Preis in Frage gestellt wurde.

In Abbildung 4-74 ist die Veränderung der CO₂-Intensität durch Modernisierungsmaßnahmen abgebildet. Bei knapp 70 % der Unternehmen hatten die Investitionen in Modernisierungen eine neutrale Auswirkung auf die CO₂-Intensität, während sie sich bei nur 13 % leicht verringerte. Bei 19 % hatten die Modernisierungsmaßnahmen sogar einen erhöhenden Effekt auf die CO₂-Intensität. Des Weiteren wurde nach der Veränderung der CO₂-Intensität gefragt, die nur durch den EU-Emissionshandel hervorgerufen wurde. Wider Erwarten hatte der Emissionshandel bei 34 % der Unternehmen einen erhöhenden Effekt auf die CO₂-Intensität. Dies deutet darauf hin, dass diese Unternehmen nur auf Grund des Emissionshandels Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt haben, die einen höheren CO₂-Ausstoß pro Tonne Papier zur Folge hatten.¹⁰⁵

¹⁰⁴ Hier wird nach der Auswirkung des Emissionshandels gefragt, nicht wie bei Investitionen in Neuanlagen nach der Auswirkung der kostenlosen Zuteilung.

¹⁰⁵ Möglicherweise wurde die Frage aber auch missverstanden.

Abbildung 4-73: Auswirkung des EU-Emissionshandels auf Modernisierungsentscheidungen¹⁰⁶

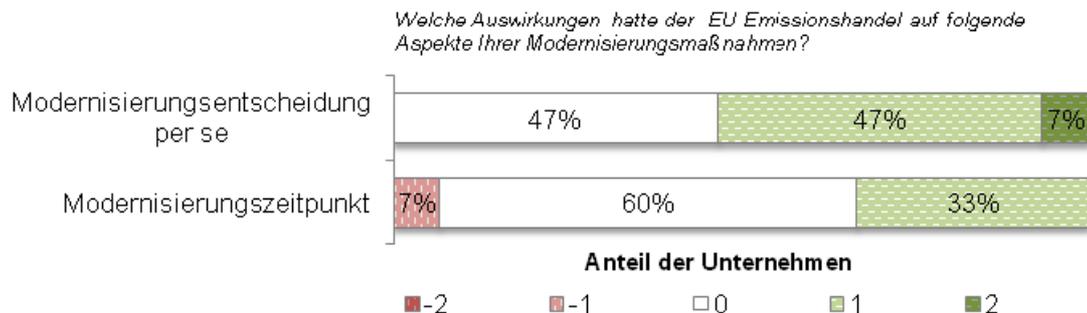
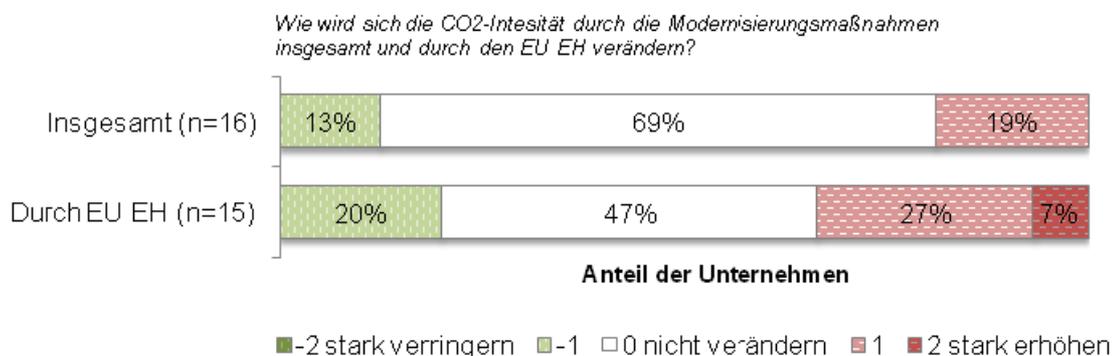


Abbildung 4-74: Änderung der CO₂-Intensität durch Modernisierungsmaßnahmen



n=15

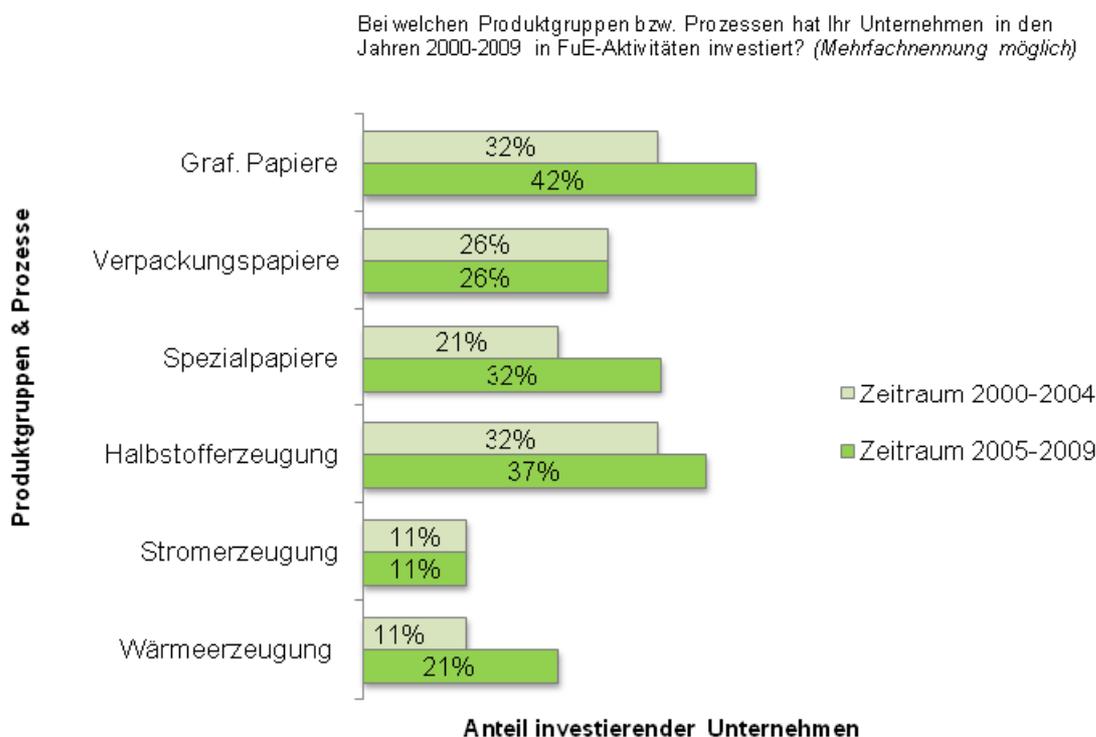
4.3.1.3.3 Ergebnisse Forschung und Entwicklung

Insgesamt haben 68 % der Unternehmen während der Jahre 2000-2009 in Forschung und Entwicklung investiert. Der durchschnittliche Anteil der FuE-Ausgaben gemessen am Umsatz lag im Jahr 2008 bei 1,6 % (Median: 1,0 %). Es beschäftigten sich durchschnittlich 3,3 % (Median: 2,0 %) der Mitarbeiter mit Forschung und Entwicklung.

Abbildung 4-75 zeigt in welchen Produktgruppen und Prozessen FuE-Aktivitäten in den fünf Jahren vor der Einführung (2000-2004) und nach der Einführung (2005-2009) des Emissionshandels durchgeführt wurden.

¹⁰⁶ Investitionsentscheidung per se: -2 stark hinderlich; 0 neutral; 2 stark förderlich
Investitionszeitpunkt: -2 stark verzögernd, 0 neutral, 2 stark beschleunigend

Abbildung 4-75: FuE-Investitionen in verschiedenen Bereichen

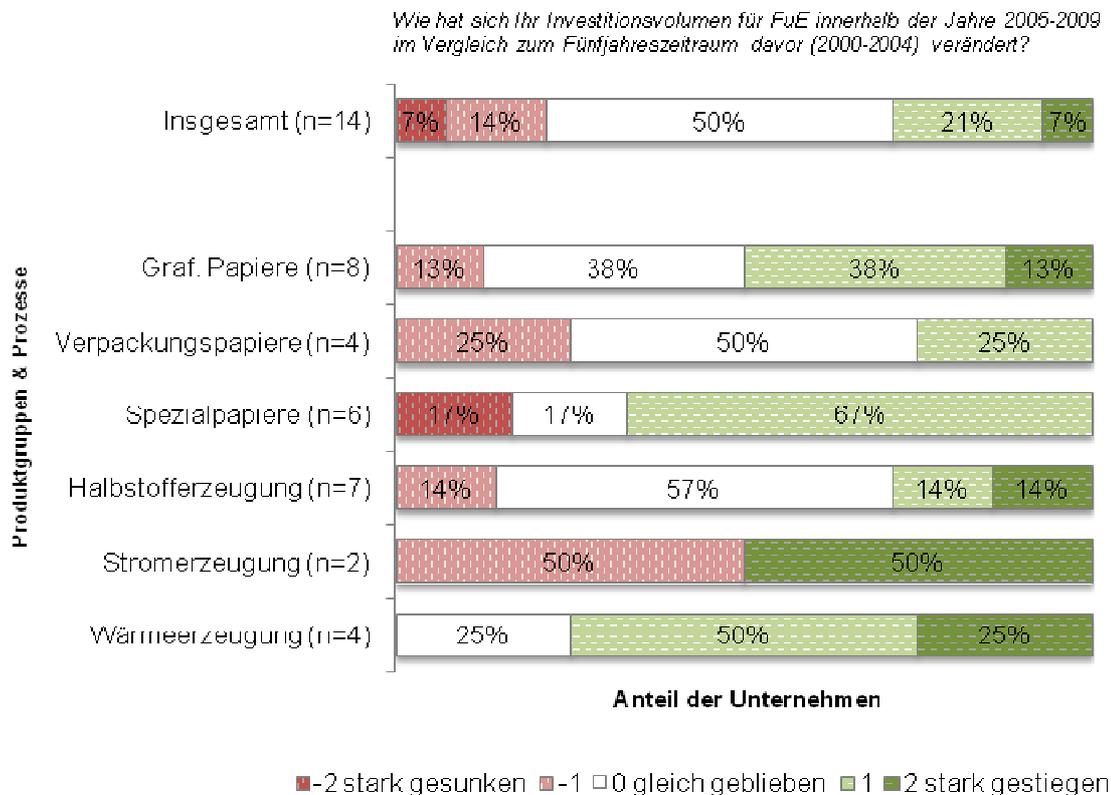


n=19

Im Bereich der Verpackungspapiere wurden von deutlich weniger Unternehmen Investitionen in FuE-Aktivitäten durchgeführt, als bei den höherwertigen Papiersorten (Spezialpapiere, graphische Papiere). Der geringe Anteil der Papierproduzenten, die in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten bei der Stromerzeugung investierten, könnte darauf zurückzuführen sein, dass der größte Teil der Entwicklung bei den Technologieanbietern stattfand und bei den Papier- und Zellstoffhersteller nur vereinzelt in diesem Bereich entwickelt wurde. Im Bereich der Papierherstellung wurden Forschung und Entwicklung in den einzelnen Abschnitten der Papiermaschine wie z. B. der Siebpartie, Trockenpartie usw. betrieben, am häufigsten wurde im Trocknungsbereich geforscht. Bei der Halbstoffherzeugung wurde vor allem bei der Altpapieraufbereitung in FuE-Aktivitäten investiert.

In Abbildung 4-76 wird das Investitionsvolumens nach Einführung des EU-Emissionshandels gegenüber dem Fünfjahreszeitraum davor untersucht. In keinem der Bereiche ist eine fallende Tendenz des Investitionsvolumens zu beobachten. Besonders im Bereich der Wärmeerzeugung und bei den Spezialpapieren hat das Investitionsvolumen zugenommen.

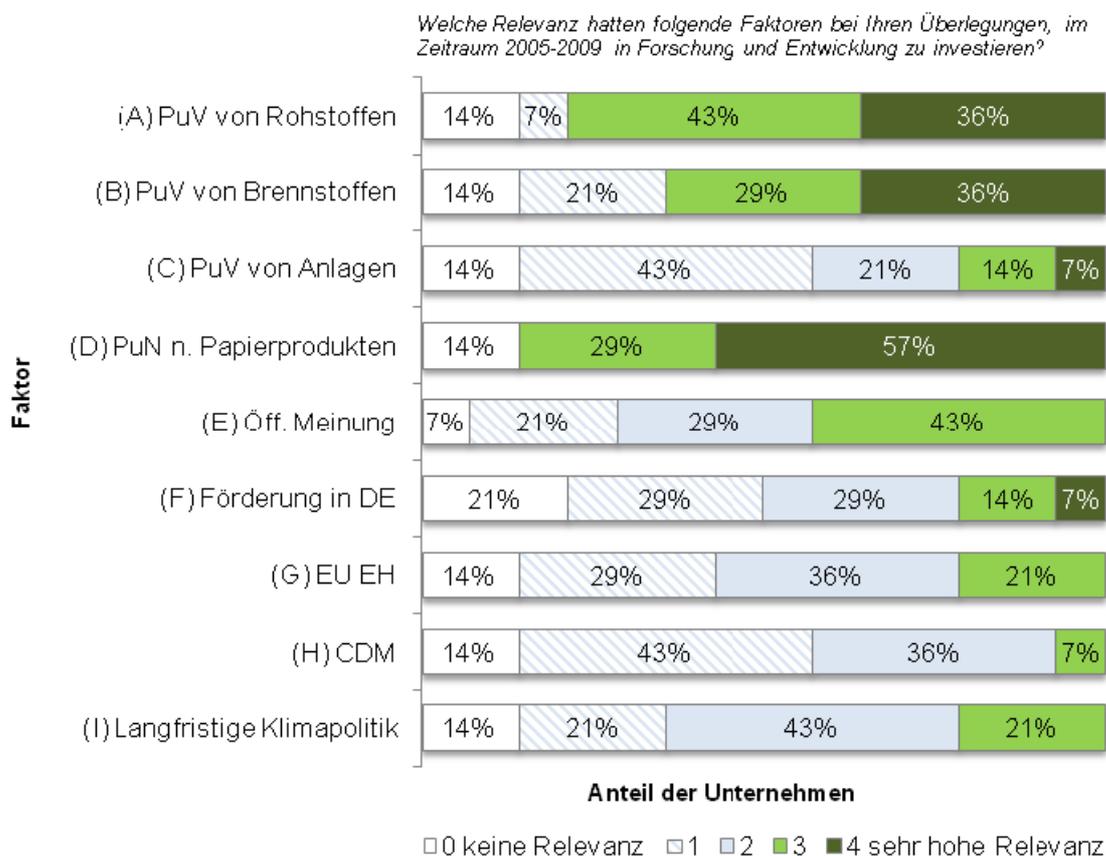
Abbildung 4-76: Veränderung des Investitionsvolumens bei Investitionen in FuE



Um die Relevanz des Emissionshandels und anderer politischen Maßnahmen im Vergleich zu weiteren externen Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidungen in Forschung und Entwicklung zu bewerten, wurden – analog zu Neuanlageninvestitionen und Modernisierungen – die folgenden Faktoren miteinander verglichen (siehe Abbildung 4-77):

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (C) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (D) Preise und Nachfrage nach Papier-/ Zellstoffprodukten
- (E) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (F) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (G) EU-Emissionshandel
- (H) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (I) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Abbildung 4-77: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionsentscheidungen in FuE

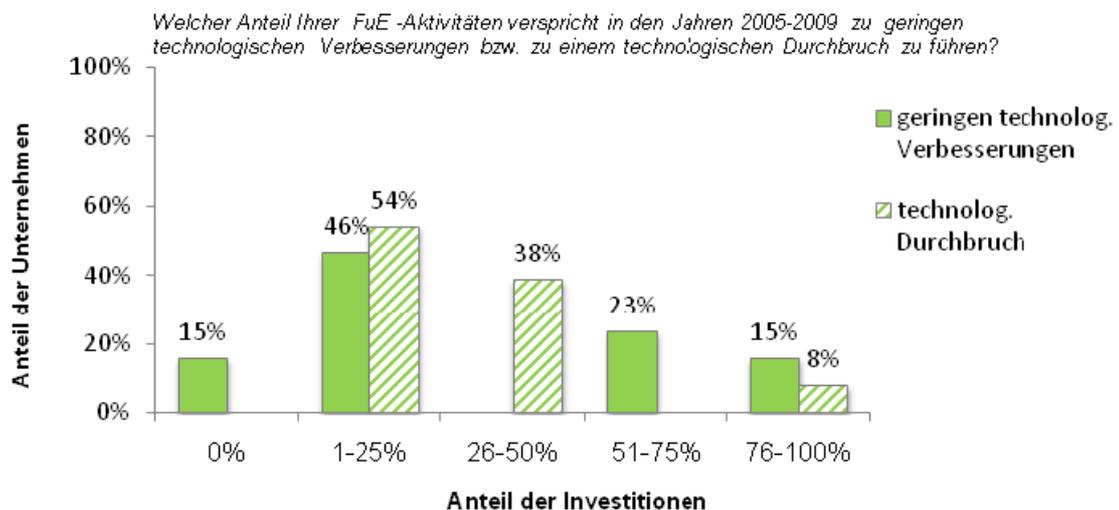


n=14

Die Unternehmen gaben an, dass die mit Abstand wichtigsten Faktoren bei FuE-Entscheidungen Preise und Nachfrage nach Papierprodukten waren. So wurde dem Einfluss dieses Faktors von 86 % der Papierproduzenten eine hohe bzw. sehr hohe Relevanz (3, 4) zugeordnet, gefolgt von Preisen und Verfügbarkeit von Rohstoffen und Brennstoffen, denen 79 % bzw. 65 % der Befragten eine hohe bzw. sehr hohe Relevanz bei Investitionsentscheidungen in FuE-Projekte beimaßen. Die Einflüsse des Emissionshandels und des Clean Development Mechanism (CDM) hingegen wurden wie auch alle anderen umweltpolitischen Maßnahmen (F-I) gering eingeschätzt. Sogar die öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologie wurde wichtiger bewertet, obwohl die Papierproduzenten in der Wertschöpfungskette nicht im direkten Kontakt mit dem Endkunden stehen. Dies bedeutet, dass sowohl die Förderung in Deutschland und der EU, als auch andere klimapolitischen Maßnahmen in dem für die Nachhaltigkeit wichtigen Bereich der Forschung und Entwicklung nur geringe Auswirkungen zugeordnet wurden.

Der folgende Abschnitt gibt Aufschluss über den Innovationsgrad der FuE-Aktivitäten. Dazu wurde gefragt, welcher Anteil der Investitionen nur geringe technologische Verbesserungen bzw. einen technologischen Durchbruch verspricht (vgl. Abbildung 4-78). Bei etwa der Hälfte der Unternehmen führten höchstens 50 % der FuE-Aktivitäten zu einem technologischen Durchbruch. Nur bei 8 % wurde ein Großteil der Investitionen für FuE-Projekte ausgegeben, die zu einem technologischen Durchbruch führen könnten. Die Zahlen bestätigen, dass die meisten Unternehmen nicht versuchen ihre Marktposition durch große technologische Innovationen zu verbessern, sondern mit Hilfe inkrementeller Innovationen.

Abbildung 4-78: Technologischer Neuheitsgrad der FuE-Aktivitäten



n=13

Ein Großteil der FuE-Aktivitäten baute auf den existierenden Fähigkeiten im Unternehmen auf. So benötigten 77 % der Unternehmen, welche in Forschung und Entwicklung investierten, bei weniger als 25 % ihrer FuE-Aktivitäten völlig neues technologisches Know-how. Durchschnittlich reichten bei 55 % der FuE-Aktivitäten die existierenden Fähigkeiten im Unternehmen aus, während bei nur etwa 22 % völlig neues technologisches Know-how benötigt wurde.¹⁰⁷

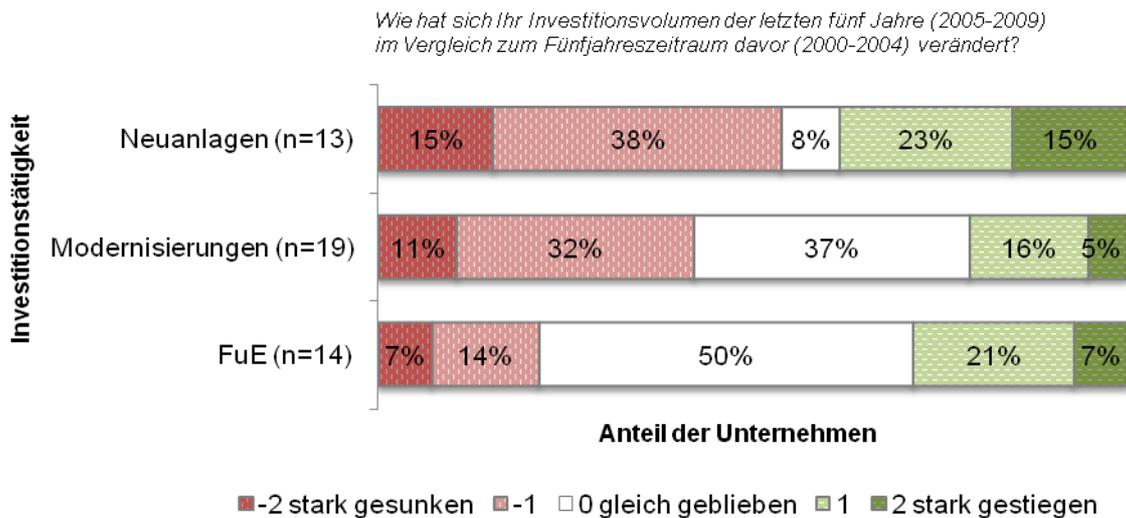
Bei knapp 60 % der Unternehmen, hatten die FuE-Aktivitäten, falls diese zum Erfolg führen, keinen Einfluss auf die CO₂-Intensität. Bei 36 % würden die Investitionen im Erfolgsfall zu einer Verringerung und bei 7 % zu einer leichten Erhöhung der CO₂-Intensität führen.

¹⁰⁷ Durchschnittswerte aus Klassenmittelpunkten (5 Klassen zwischen 0 und 100 %) gebildet.

4.3.1.3.4 Unterschiede zwischen den Investitionstätigkeiten

Im Fünfjahreszeitraum nach der Einführung des Emissionshandels (2005-2009) haben 63 % der untersuchten Unternehmen in Neuanlagen, 95 % in Modernisierungsmaßnahmen und 63 % in FuE-Aktivitäten investiert. Im Hinblick auf die Veränderung des Investitionsvolumens im Vergleich zum ersten Fünfjahreszeitraum (2000-2004) ist der Unterschied zwischen den Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungen sowie Forschung und Entwicklung andererseits in Abbildung 4-79 abgebildet.

Abbildung 4-79: Vergleich der Investitionstätigkeiten nach Volumenveränderungen



Das Investitionsvolumen der Papierproduzenten entwickelte sich in allen drei Tätigkeitsbereichen sehr unterschiedlich. Dies wird besonders im Zusammenhang mit Investitionen in Neuanlagen deutlich. Hier ist das Investitionsvolumen bei über 50 % der Unternehmen gesunken, während es bei 38 % anstieg. Insgesamt ist, wie bei Investitionen in Modernisierungen, eine leicht fallende Tendenz zu beobachten. Im Bereich Forschung und Entwicklung veränderte sich das Investitionsvolumen bei der Hälfte der Unternehmen überhaupt nicht, und bei 28% der Unternehmen stieg es an.

Die Umfrageteilnehmer investierten im Zeitraum 2005-2009 in alle Produktbereichen, allerdings, je nach betrachteter Investitionstätigkeit, unterschiedlich stark. Nur im Bereich der Wärmeerzeugung ist in allen drei Investitionsdimensionen eine einheitliche Steigerung sowohl der Investitionstätigkeiten als auch des Investitionsvolumens zu verzeichnen. Hier kann davon ausgegangen werden, dass vor allem in KWK-Anlagen investiert wurde.

Um die Relevanz der verschiedenen untersuchten Einflussfaktoren für die einzelnen Investitionstätigkeiten miteinander zu vergleichen, wurden jeweils die beiden höchsten Relevanzstufen (3,4) der entsprechenden Abbildungen¹⁰⁸ zusammengefasst und anschließend eine Rangfolge aufgestellt. Die folgende Tabelle enthält für die Investitionsentscheidungen in den untersuchten Bereichen jeweils die drei wichtigsten Einflussfaktoren und den Anteil der Unternehmen, die diese Einschätzung teilen (vgl. Tabelle 4-4).

Tabelle 4-12: Rangfolge der wichtigsten Einflussfaktoren nach Investitionstätigkeit

Rang	Investitionstätigkeiten					
	Neuanlagen (n=19)		Modernisierung (n=19)		FuE-Aktivitäten (n=19)	
1.	PuN n. Papierprodukten	64 %	PuN n. Papierprodukten	69 %	PuN n. Papierprodukten	86 %
2.	PuV von Brennstoffen	47 %	PuV von Brennstoffen	63 %	PuV von Rohstoffen	79 %
3.	PuV von Rohstoffen	42 %	PuV von Rohstoffen	58 %	PuV von Brennstoffen	65 %

Die Beurteilung der Unternehmen zur Relevanz der verschiedenen Faktoren ähneln sich in allen drei Investitionstätigkeiten. So sind Preise und Nachfrage nach Papierprodukten, gefolgt von Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen und Rohstoffen die jeweiligen wichtigsten Faktoren bei Investitionsüberlegungen. Besonders bei Forschung und Entwicklung bewertete eine deutliche Mehrheit (86%) Preise und Nachfrage nach Papierprodukten als sehr wichtigen Einflussfaktor.

Da klimapolitische Instrumente im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren insgesamt eine untergeordnete Rolle spielen, wurde der Einfluss des Emissionshandels, des Clean Development Mechanismus (CDM) und von langfristiger Klimapolitik isoliert betrachtet. Analog zur Tabelle 4-4 wurden jeweils die höchsten Relevanzstufen (3,4) zusammengelegt und die sich daraus ergebenden Prozentteile für die drei klimapolitischen Instrumente miteinander verglichen (vgl. Tabelle 4-5).

Tabelle 4-13: Rangfolge der klimapolitischen Instrumente nach Investitionstätigkeit

Rang	Investitionstätigkeiten					
	Neuanlagen (n=19)		Modernisierung (n=19)		FuE-Aktivitäten (n=19)	
1.	EU-EH	37 %	Langfr. Klimapolitik	42 %	Langfr. Klimapolitik	21 %
2.	Langfr. Klimapolitik	32 %	EU-EH	37 %	EU-EH	21 %
3.	CDM	11 %	CDM	16 %	CDM	7 %

¹⁰⁸ Abbildung 4-46, Abbildung 4-65, Abbildung 4-71.

Die Relevanz der drei untersuchten klimapolitischen Instrumente bei den Entscheidungen, in Neuanlagen bzw. in Modernisierungsmaßnahmen zu investieren, unterscheidet sich kaum. Der Einfluss des EU Emissionshandels wurde in beiden Fällen von 37 % der Unternehmen mit den beiden höchsten Relevanzstufen bewertet. Der Clean Development Mechanismus (CDM) hatte bei beiden Investitionstätigkeiten die geringste Auswirkung. Die langfristigen europäischen Ziele zur Treibhausgasreduktion wurden bei Überlegungen in Modernisierungen zu investieren höher bewertet. Bei FuE-Aktivitäten wurden klimapolitische Maßnahmen deutlich weniger häufig als wichtig eingestuft. So bewerteten nur jeweils 21 % der Unternehmen den EU-Emissionshandel bzw. die langfristigen klimapolitischen Ziele mit den beiden höchsten Relevanzstufen. Die Bedeutung der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten wurde bei Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungen von etwa 40 % der Papierproduzenten als hoch bzw. sehr hoch eingeschätzt (vgl. Abbildung 4-66, Abbildung 4-71).

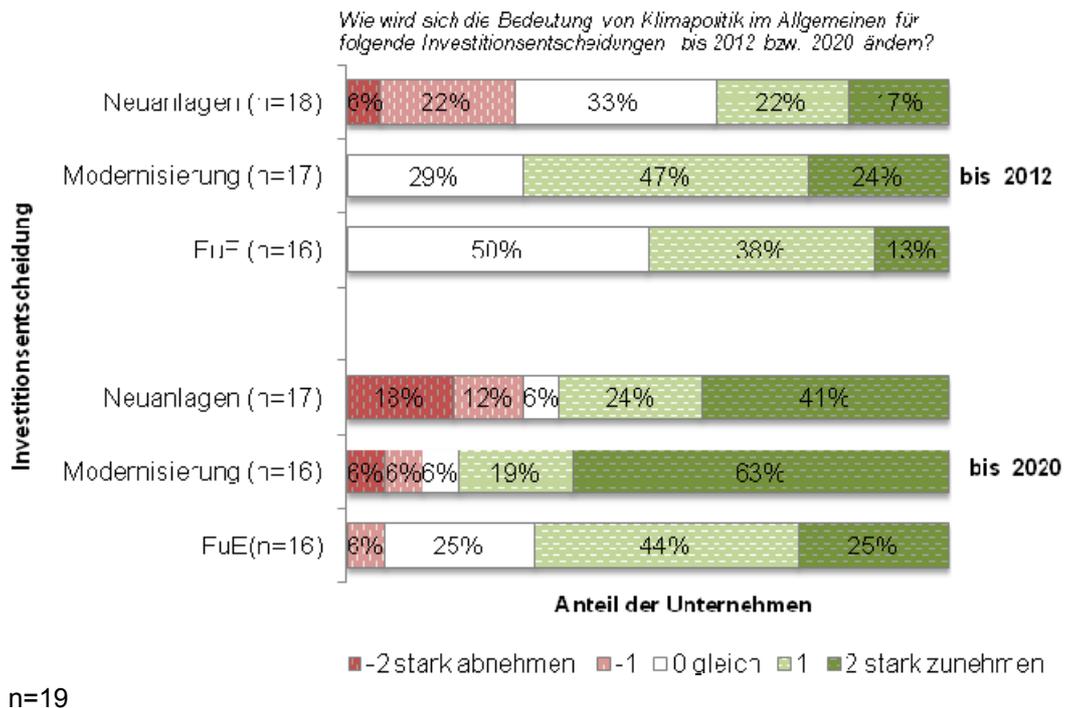
Trotz des geringen Einflusses von Klimapolitik führten die meisten Investitionsmaßnahmen zu einer Senkung der CO₂-Intensität, lediglich bei Modernisierungsmaßnahmen geht etwa ein Fünftel der Unternehmen von einer Steigerung aus. Somit tätigen die Papierproduzenten auch ohne starken Einfluss klimapolitischer Maßnahmen CO₂-reduzierende Investitionen. Andere Studien gehen ebenso für die Zukunft von einer abnehmenden CO₂-Intensität der Investitionen auch ohne klimapolitischen Einfluss aus (Schleich, Meyer 2006).

Bei Neuanlagen liegt der Anteil der Investitionsaktivitäten, die als inkrementell eingestuft werden können etwa doppelt so hoch wie der Anteil der radikalen Innovationen. Bei Forschung und Entwicklung hingegen sind die Anteile nahezu ausgewogen. Investitionstätigkeiten, die auf existierenden Fähigkeiten im Unternehmen aufbauen, überwiegen sowohl bei Neuanlageninvestitionen als auch bei FuE-Investitionen deutlich gegenüber solchen, die völlig neues technologisches Know-how benötigen. (Abbildung 4-47, Abbildung 4-68)

4.3.1.3.5 Bedeutung zukünftiger Klimapolitik auf Adoption und Forschung und Entwicklung

Um den Einfluss der Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen zu verdeutlichen, ist in Abbildung 4-80 dargestellt, wie sich die Bedeutung der Klimapolitik nach Meinung der Unternehmen auf Investitionsentscheidungen in Neuanlagen, Modernisierungen und Forschung und Entwicklung kurzfristig (bis 2012) und langfristig (bis 2020) verändert.

Abbildung 4-80: Auswirkungen von Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen der Papierproduzenten¹⁰⁹



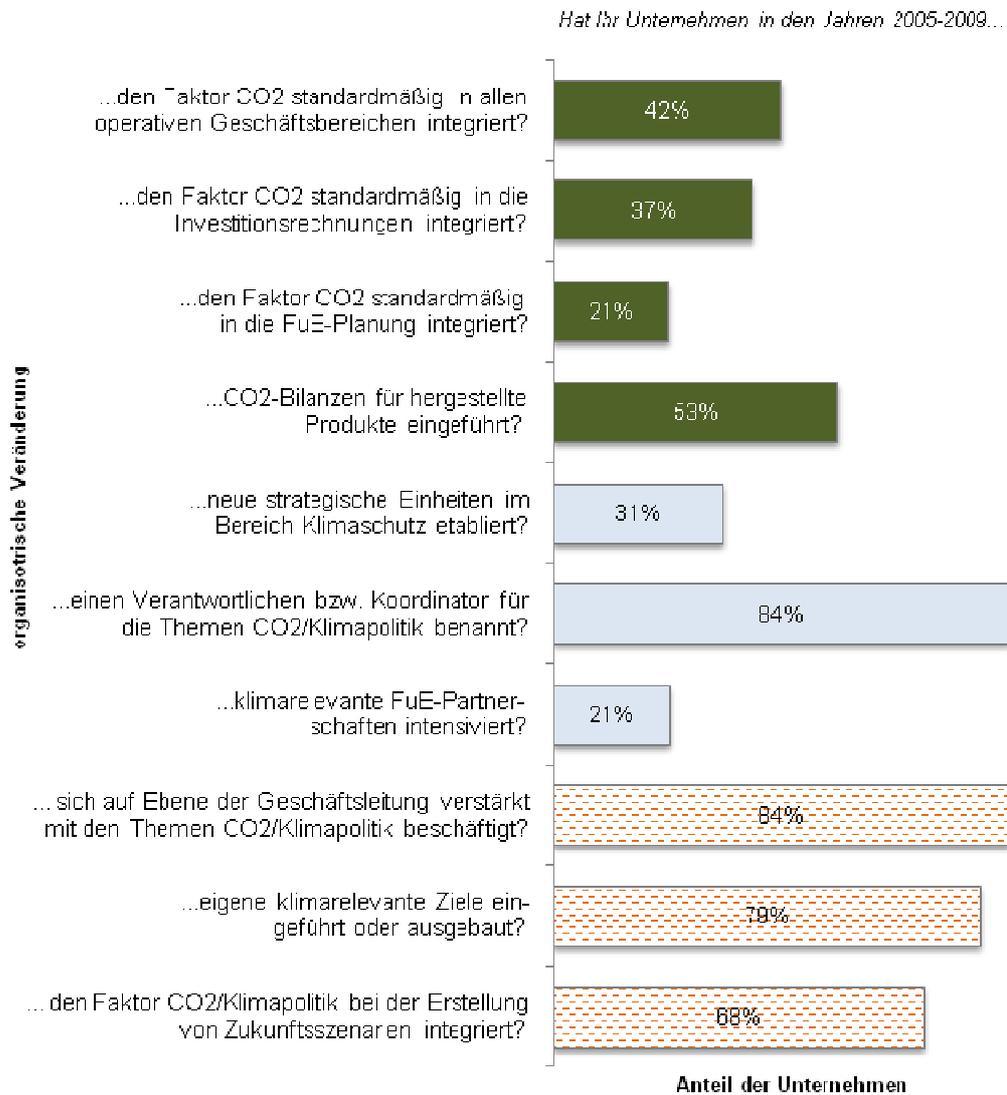
Es ist ein Trend zu erkennen, dass der Einfluss klimapolitischer Maßnahmen in allen Bereichen zunehmen wird. Lediglich bei Neuanlageninvestitionen gaben fast ein Drittel der Unternehmen an, dass der Einfluss sowohl kurz- als auch langfristig sinken wird, was an der Unsicherheit der Ausgestaltung des Emissionshandels über 2012 hinaus liegen könnte. Dies wurde in den Interviews mit den Fallstudienteilnehmern bestätigt. Es ist aber auch möglich, dass bei diesen kapitalintensiven und strategisch wichtigen Investitionen die Entwicklungen des globalen Absatzmarktes oder die strategischen Ziele zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen.

4.3.1.4 Organisatorische Veränderungen

Abbildung 4-81 gibt einen Überblick, zu welchen klimarelevanten organisatorischen Veränderungen es in den Unternehmen seit 2005 kam und in welchem Maße der Faktor CO₂ integriert wurde. Dabei wurden drei unterschiedliche Arten organisatorischer Veränderungen abgefragt: Veränderungen in den Prozessen und Routinen (dunkel), den Strukturen (hell) und in den Visionen (gestrichelt).

¹⁰⁹ Die Unterschiede in der Stichprobengröße resultieren daraus, dass die Unternehmen, welche „weiß nicht“ gewählt haben nicht berücksichtigt wurden.

Abbildung 4-81: Organisatorische Veränderungen bei den Papierproduzenten



n=19

Veränderung von Prozessen und Routinen

Bei den Prozessen kam es bisher nur zu geringen organisatorischen Veränderungen. So wurde der Faktor CO₂ nur bei 37 % der Unternehmen in die Investitionsrechnung mit einbezogen. Dies ist erstaunlich, da CO₂ einen neuen Kostenfaktor darstellt, der bei Gratzuteilung zumindest aufgrund der Opportunitätskosten berücksichtigt werden sollte. Noch niedriger war der Anteil der Firmen, die den Faktor CO₂ in ihre FuE-Planung integrierten. Am größten in diesem Bereich war der Anteil derjenigen (etwa 50 %), die CO₂-Bilanzen für Produkte eingeführt haben.

Veränderung von organisatorischen Strukturen

Bei den strukturellen Veränderungen ist auffällig, dass 84 % einen Verantwortlichen für die Themen CO₂ bzw. Klimapolitik benannt haben. Immerhin bei 32 % der Unternehmen entstanden neue strategische Einheiten im Bereich Klimaschutz. Dies lässt darauf schließen, dass klimarelevante Themen zentral organisiert sind, wobei der Einfluss von Mitarbeitern, die in solchen separaten Bereichen tätig sind, häufig gering ist (Sorrell et al. 2004). Analog zu den prozeduralen Veränderungen bei Forschung und Entwicklung fiel auch bei den klimarelevanten FuE-Partnerschaften die Veränderung mit 21 % von Unternehmen, bei denen sich solche Partnerschaften in den letzten 5 Jahren (2005-2009) intensiviert haben, gering aus.

Veränderung von Firmenvisionen

Bemerkenswerterweise hat sich auf der Ebene der Firmenvisionen in den letzten 5 Jahren seit Einführung des EU-Emissionshandels (2005-2009) bei den meisten Unternehmen ein organisatorischer Wandel vollzogen. So beschäftigten sich die Geschäftsleitung bei über 80 % der Unternehmen verstärkt mit dem Thema CO₂ und der Klimapolitik. Klimarelevante Themen sind damit mehrheitlich zur Chefsache geworden. Auch wurden bei knapp 80 % der Unternehmen eigene klimarelevante Ziele eingeführt oder weiter ausgebaut und bei immerhin 68 % der Unternehmen der Ausstoß von CO₂ bzw. die Klimapolitik in Zukunftsszenarien berücksichtigt.

Bei der langfristigen Ausrichtung der Unternehmen nahm der Einfluss von klimarelevanten Themen also zu, während es bei der Umsetzung und Integration in den Strukturen und Prozessen erst bei wenigen Unternehmen zu Veränderungen kam. Des Weiteren ist der niedrige Anteil der Firmen auffällig, die im Bereich der Forschung und Entwicklung klimarelevante Themen verstärkt einbinden (je nur 21 %), so dass insbesondere in diesem Bereich die momentanen Rahmenbedingungen noch keinen ausreichenden Ausschlag für klimafokussierte Innovationsstrategien und –aktivitäten zu geben scheinen.

4.3.1.5 Investitionen in neue Märkte

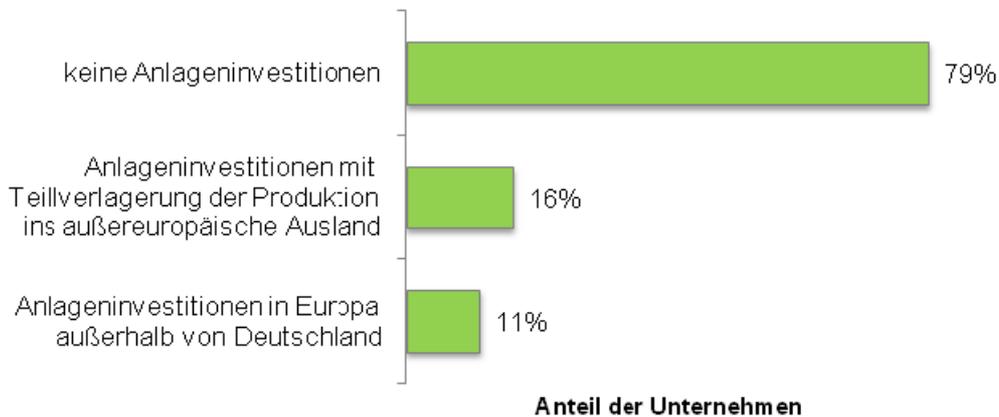
In diesem Kapitel wird die Erschließung von neuen Märkten und der Umgang der Papierindustrie mit dem Clean Development Mechanism (CDM), welcher eine Möglichkeit darstellt Reduktionsminderungsmaßnahmen in Non-Annex-1 Staaten durchzuführen, untersucht.

4.3.1.5.1 Anlageninvestitionen in neue Märkte

Es haben 16 % der Unternehmen in den letzten fünf Jahren (2005-2009) Anlageninvestitionen in außereuropäischen Ländern getätigt, was zu einer teilweisen Verlage-

rung bis zu 50 % der Produktion aus Deutschland geführt hat (siehe Abbildung 4-82). Die meisten Unternehmen (79 %) jedoch investierten in keine neuen Regionen.

Abbildung 4-82: Investitionen der Papierproduzenten in neue Märkte¹¹⁰



n=19

Inwieweit die Klimapolitik eine Rolle bei der Entscheidung spielte ist nicht erkenntlich. Die Unternehmen, die Teile der Produktion ins außereuropäische Ausland verlagerten, waren jedenfalls längerfristig nicht stärker als die übrigen Unternehmen von der Klimapolitik betroffen. Da 66 % dieser Firmen Teil einer Unternehmensgruppe waren und der Mutterkonzern bei diesen eine sehr große Rolle bei Investitionsentscheidungen spielte, liegt die Vermutung nahe, dass die Entscheidung auf die strategische Ausrichtung des Mutterkonzerns zurückzuführen ist.

4.3.1.5.2 CDM Aktivitäten

Von den an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen haben sich etwa 32 % Zertifikate aus CDM-Projekten gesichert, während sich 47 % der befragten Unternehmen gegen den Kauf von CDM-Zertifikaten (CERs) entschieden haben. 21 % der Befragten wussten nicht, ob Zertifikate aus CDM-Projekte beschafft wurden. In Tabelle 4-14 sind die Quellen der CDM-Zertifikate von den Unternehmen aufgelistet, die sich CERs gekauft haben (n=5).¹¹¹

¹¹⁰ Grafik setzt sich aus folgenden Fragen zusammen: Frage 1: In welchen neuen Regionen hat Ihr Unternehmen in den Jahren 2005-2009 vorwiegend Anlageninvestitionen getätigt? Frage 2: Welcher Anteil Ihrer Produktion an Papier-/Zellstoff wurde innerhalb der Jahre 2005-2009 ins außereuropäische Ausland verlagert?

¹¹¹ Diese Frage wurde nur den Unternehmen gestellt, die sich für den Kauf von CERs entschieden haben.

Tabelle 4-14: Arten des Kaufes von CDM Zertifikaten

Auf welche Art hat sich Ihr Unternehmen die Zertifikate (CERs) aus dem CDM in den letzten fünf Jahren (2005-2009) gesichert? (Mehrfachnennung möglich)	
Kauf von CDM-Zertifikaten auf dem Spot-Markt (z. B. Börse)	60 %
Abschluss von Verträgen zum zukünftigen Erwerb von CDM-Zertifikaten (Futures)	40 %
Beteiligung an Fonds zum Erwerb von CDM-Zertifikaten	0 %
Vorabinvestitionen in CDM-Projekte	0 %

n=5

Am meisten wurden CDM-Zertifikate auf dem Spot-Markt gekauft. Dies bedeutet, dass die CERs den Unternehmen sofort zur Verfügung standen, im Gegensatz zu den Futures, bei denen die Festlegung der Geschäftskonditionen und die Transaktion auseinander fallen. Keines der Unternehmen hatte direkt in CDM-Projekte investiert oder sich an einem der Fonds beteiligt.

In Tabelle 4-15 sind die Gründe aufgelistet, weswegen sich Unternehmen gegen eine Nutzung von Zertifikate aus CDM Projekten entschieden haben.¹¹²

Ein Drittel der Unternehmen hatte keinen Bedarf an zusätzlichen Zertifikaten. 56 % der Unternehmen entschieden sich gegen den Kauf von CERs, da Ihnen die Unsicherheiten bei der Anerkennung der Zertifikate bzw. die Zukunft des CDM über 2012 zu hoch waren. Weiter wurde unter Sonstiges angegeben, dass der administrative zeitliche Aufwand zu hoch war, bzw. Beratungsbedarf bestand. Der Preisvorteil der CERs kompensierte anscheinend nicht hinreichend die Risiken und die Unsicherheit, sodass es sich aus der Perspektive vieler Firmen nicht lohnt, Zertifikate aus dem Clean Development zu sichern.

Obwohl sich 47 % der Unternehmen keine Zertifikate aus dem CDM gesichert haben, bewerteten 60 % der Unternehmen die Betroffenheit vom CDM langfristig als negativ (vgl. Abbildung 4-61), was überraschend ist, da der CDM als Instrument zu einer Kostenreduktion dienen soll und zudem von einem Anstieg der EUA-Preise bis 2020 ausgegangen werden kann. So könnte die Nutzung des CDM zur Erfüllung von Pflichten im Emissionshandel einen Preisvorteil für die Unternehmen darstellen. Dass dieser Vorteil nicht genutzt wurde, könnte mit der Unsicherheit über die Zukunft des CDM zusammen hängen, was ein häufig genannter Grund gegen den Kauf von CERs ist. Dies könnte als verpasste Chance gesehen werden, günstige Zertifikate für die dritte Handelsperiode zu erstehen. Ebenso ist denkbar, dass die Befragten eine Verschlech-

¹¹² Diese Frage wurde nur den Unternehmen gestellt, die sich gegen den Kauf von CERs entschieden haben.

terung der CDM Regelung befürchten, was zu einer Preissteigerung der CERs führen könnte. Der steigende Wettbewerbsvorteil der Entwicklungsländer, der evtl. durch CDM Projekte hervorgerufen wird, könnte ebenfalls ein Grund für die negative Betroffenheit der Papierfabriken in Deutschland sein. Der Clean Development Mechanism soll nämlich nicht nur Emissionsminderungen ermöglichen, sondern auch ausdrücklich die beteiligten Entwicklungsländer auf ihrem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung unterstützen. Die Erklärungsansätze sind jedoch sehr vage, so dass die Frage, warum die zukünftige Betroffenheit der Unternehmen vom CDM von den meisten Unternehmen negativ beurteilt wird, nicht endgültig beantwortet werden kann.

Tabelle 4-15: Gründe gegen den Kauf von CDM-Zertifikaten

Was waren die Gründe, die gegen eine Nutzung von Zertifikaten aus dem Clean Development Mechanism gesprochen haben? (Mehrfachnennung möglich)	
Risiken und Dauer der Anerkennung der Zertifikate durch UNFCCC zu hoch	56 %
Unsicherheit über Zukunft (über 2012 hinaus) des CDM zu groß	56 %
Risiken in Entwicklungsländern zu hoch	33 %
Kein Bedarf an Zertifikaten	33 %
Zu geringer Preisvorteil gegenüber EUAs ¹¹³ oder eigenen Maßnahmen	22 %
Sonstiges	22 %

n=9

4.3.2 Umfrageergebnisse für Technologieanbieter von Anlagen zur Papier- und Zellstoffproduktion

4.3.2.1 Unternehmensstruktur und Produktportfolio

In diesem Kapitel werden die Technologieanbieter (n=17), die Anlagen und Komponenten für die Papier- und Zellstoffherstellung herstellen, bezüglich ihrer Unternehmensstruktur und ihres Produktportfolios untersucht, um das Marktumfeld dieses Industriesektors besser einschätzen zu können.

Die meisten Technologieanbieter (etwa 75 %), die an dieser Umfrage teilgenommen haben, zählen nach Richtlinie 96/280/EC der Europäischen Union zu den mittelständischen¹¹⁴ und kleinen Unternehmen¹¹⁵ (European Commission 2003). Nur 18 % der Unternehmen hatten im Jahr 2008 einen Umsatz von mehr als 50 Mio. Euro (vgl. Ab-

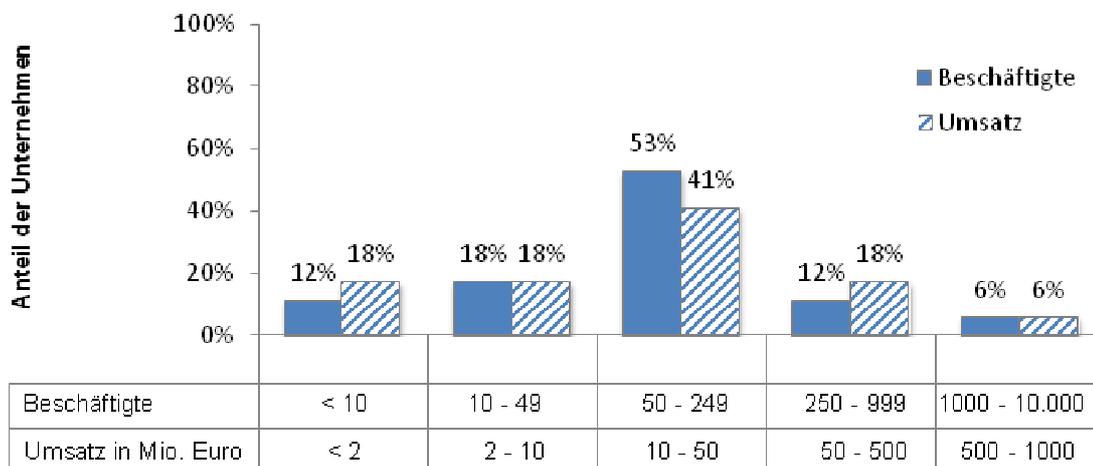
¹¹³ Zertifikate aus dem Emissionshandel

¹¹⁴ Unternehmen zwischen 50 und 250 Mitarbeitern und Umsatz zwischen 10 und 50 Mio. €

¹¹⁵ Unternehmen zwischen 10 und 50 Mitarbeitern und Umsatz zwischen 2 und 10 Mio. €

bildung 4-83). 70 % der Technologieanbieter waren eigenständig und gehörten keiner Unternehmensgruppe an.

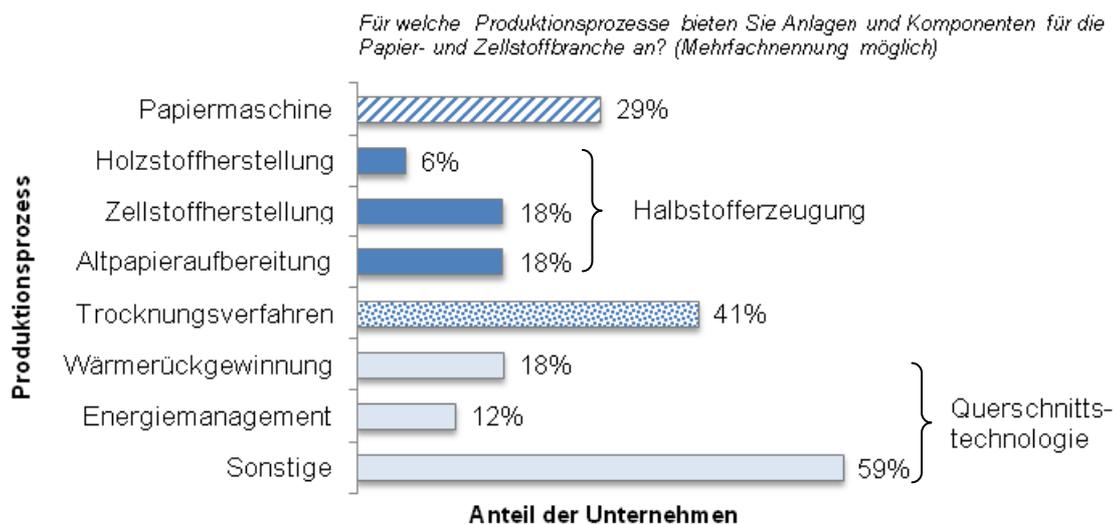
Abbildung 4-83: Umsatz und Beschäftigte der Technologieanbieter im Jahr 2008



n=17

Die Umsätze sind bei 65 % der befragten Unternehmen seit 2005 zum Teil stark gestiegen, während sie bei nur 12 % gefallen sind. Die Auswirkungen der Wirtschaftskrise haben diesen Sektor jedoch härter getroffen als die Papierhersteller. So fiel der Umsatz auf Grund der Wirtschaftskrise bei 70 % der Technologieanbieter um über 20 %. Nur ein Unternehmen war nicht von der Wirtschaftskrise betroffen.

Abbildung 4-84: Produktportfolio der Technologieanbieter



n=17

Der Umsatz, der durch den Verkauf von Produkten für die Papier- und Zellstoffindustrie erzielt wurde, lag bei etwa der Hälfte der Unternehmen unter 25 % ihres gesamten Umsatzes. Die andere Hälfte der Technologieanbieter erwirtschaftete mit Produkten für diese Branche über 50 % ihres Umsatzes. Die Kunden waren jedoch nicht nur die Papierproduzenten selbst, sondern über 40 % der befragten Firmen lieferten ihre Produkte an andere Anlagenbauer der Papier- und Zellstoffindustrie. Unter dem Begriff Technologieanbieter sind also nicht nur jene Unternehmen zu verstehen, die Anlagen direkt an die Papierproduzenten verkaufen, sondern auch jene, die nur einzelne Komponenten für den Herstellungsprozess bereitstellen. In welchen Bereichen die Anlagen und Komponenten der Technologieanbieter eingesetzt wurden, wird anhand Abbildung 4-84 verdeutlicht. Dabei sind die Anlagen oder Komponenten, die bei dem Endkunden für den Herstellungsprozess von Papier (*Papiermaschine*) verwendet werden, gestreift dargestellt und die für die *Halbstoffherzeugung* (Holzstoffherstellung, Zellstoffherstellung, Altpapieraufbereitung) eingesetzten, dunkelblau visualisiert. Die Technologieanbieter lieferten aber auch Produkte, die prozessübergreifend verwendet werden. Diese Komponenten, die in Abbildung 4-84 hellblau dargestellt sind, werden im weiteren Verlauf als *Querschnittstechnologien* zusammengefasst. Dazu zählen Komponenten und Anlagen für folgende Bereiche: Wärmerückgewinnung, Energiemanagement (inkl. Prozesskontrolle) und alle unter Sonstige¹¹⁶ genannten Produkte.

4.3.2.2 Geschäftsumfeld und Auswirkungen von Klimaregulierungen

In diesem Kapitel wird untersucht, wie die Technologieanbieter von den Veränderungen der Rohstoff- und Energiepreise sowie der umweltpolitischen Maßnahmen betroffen waren.

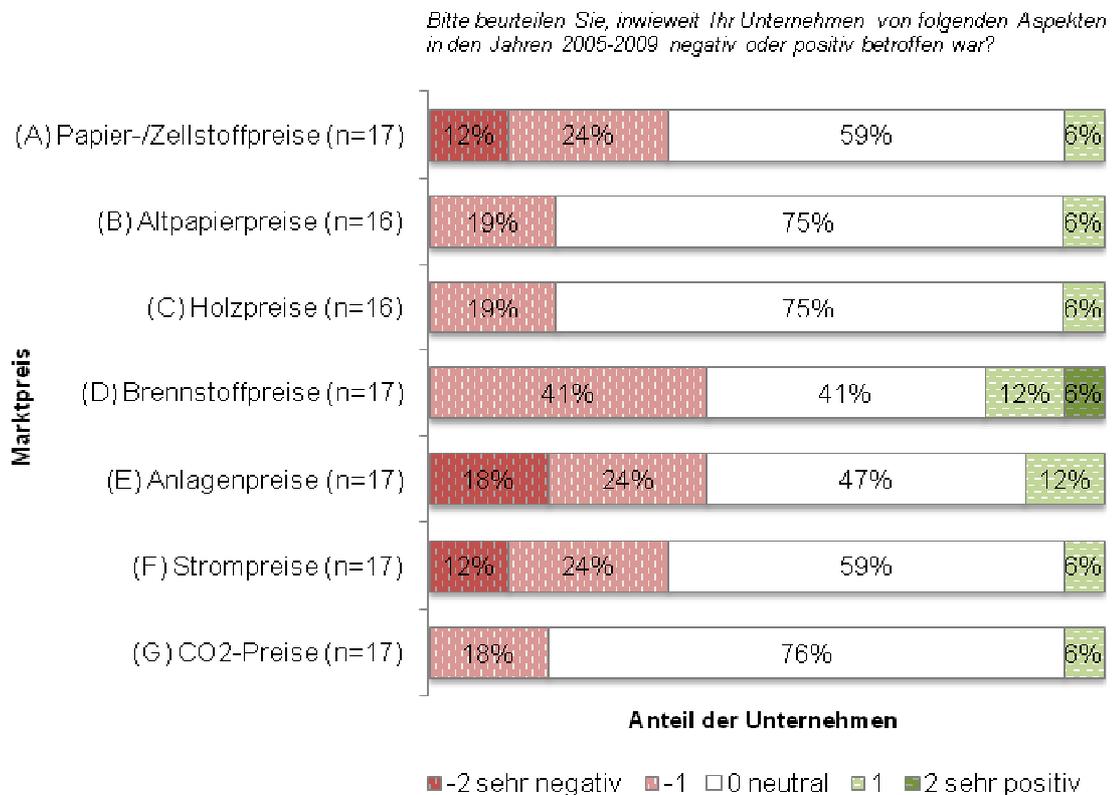
4.3.2.2.1 Geschäftsumfeld

In Abbildung 4-85 ist dargestellt, wie stark die Unternehmen von den Veränderungen folgender Marktpreise betroffen waren:

- (A) Papier-/ Zellstoffpreise
- (B) Altpapierpreise
- (C) Holzpreise
- (D) Brennstoffpreise
- (E) Anlagenpreise
- (F) Strompreise
- (G) CO₂-Preise

¹¹⁶ Unter Sonstige wurden genannt: Absauganlagen, Austragesysteme, Fördertechnik, Imprägnieranlagen, Materialflusssysteme, Prüfgeräte, Schneidemaschinen, Siebkorbmontageanlagen, Stoffentgasung, Wickelmaschinen, Streichmaschinen.

Abbildung 4-85: Betroffenheit der Technologieanbieter von der Entwicklung ausgewählter Marktpreise

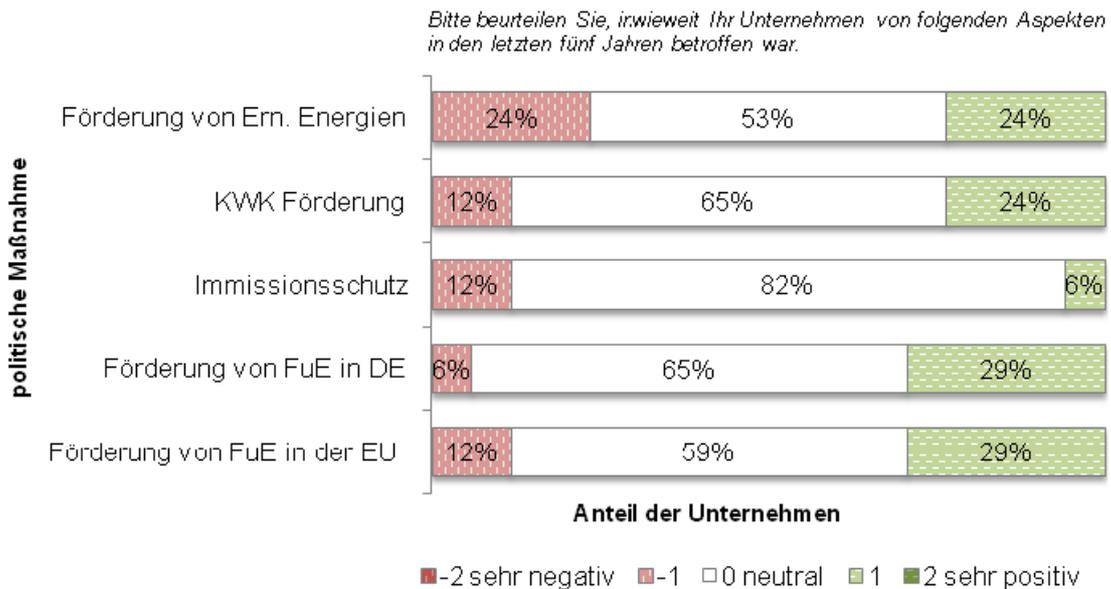


Die meisten Unternehmen gaben an, in den Jahren 2005-2009 neutral von den Marktpreisen betroffen gewesen zu sein. Nur jeweils 6 % der Unternehmen bewerteten die Entwicklung der Marktpreise als positiv – mit Ausnahme der Brennstoffpreise und Anlagenpreise, die von 18 % bzw. 12 % positiv beurteilt wurden. Besonders negativ waren die Technologieanbieter von den Anlagenpreisen betroffen. Aber auch bei allen anderen Marktpreisen ist ein negativer Trend bei der Bewertung der Betroffenheit zu verzeichnen. Insgesamt sind die Technologieanbieter jedoch deutlich weniger negativ betroffen als die Papier- und Zellstoffhersteller.

Des Weiteren wurden die Auswirkungen der politischen Rahmenbedingungen untersucht (vgl. Abbildung 4-86). Auch hier gab die Mehrheit der Unternehmen an, neutral von den politischen Rahmenbedingungen betroffen zu sein. Ein besonders positiver Trend ist bei der Bewertung von förderpolitischen Maßnahmen in Deutschland und der Europäischen Union zu beobachten. Hier schätzten etwa 30 % der Unternehmen die Auswirkungen der Förderungen als positiv ein. Bei der Förderung Erneuerbarer Energien war der Anteil der Unternehmen, welche die Auswirkungen negativ beurteilten im Vergleich zu den anderen politischen Maßnahmen mit 24 % am größten, jedoch gaben ebenfalls 24 % an positiv betroffen gewesen zu sein. Es wurde keine politische Maß-

nahme von den Unternehmen bezüglich der Auswirkungen besonders negativ oder positiv eingeschätzt.

Abbildung 4-86: Betroffenheit der Technologieanbieter von den politischen Rahmenbedingungen



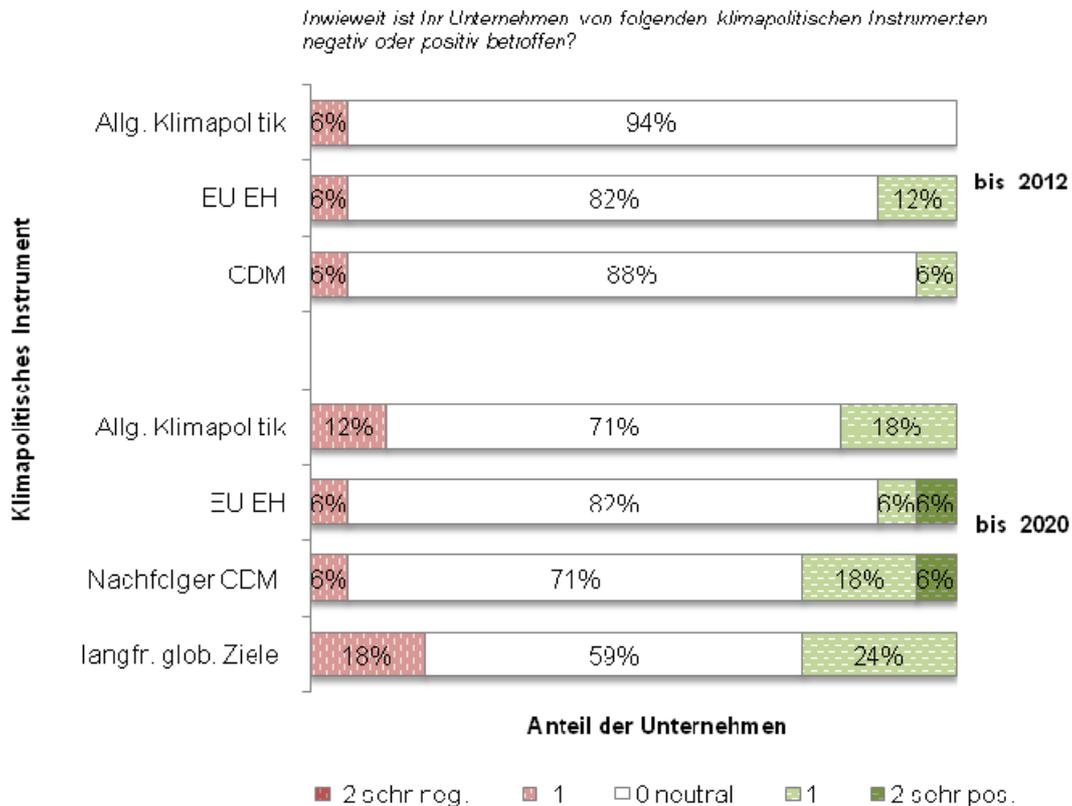
n=17

4.3.2.2 Betroffenheit von klimapolitischen Regulierungen

Im Folgenden werden die kurzfristigen (2005-2012) und die langfristigen (2012-2020) Auswirkungen von klimapolitischen Instrumenten auf die Technologieanbieter untersucht. Abbildung 4-87 zeigt, dass die meisten Unternehmen davon ausgehen, dass sie – insbesondere kurzfristig betrachtet – von den klimapolitischen Instrumenten weder positiv noch negativ betroffen sind.

Langfristig bis zum Jahr 2020 ist eine leicht positive Tendenz zu beobachten. So nahm der Anteil der Unternehmen, besonders bei der Bewertung des Nachfolgers des Clean Development Mechanism (CDM), zu, die eine positive Betroffenheit von den klimapolitischen Instrumenten erwarten. Hier ist eine entgegengesetzte Auswirkung wie bei den Papierproduzenten zu beobachten, bei denen der größte Teil der Unternehmen besonders langfristig davon ausgeht, negativ von den klimapolitischen Instrumenten betroffen zu sein. 24 % der Technologieanbieter erwarten durch den CDM eine positive Auswirkung, was darauf hindeuten könnte, dass Entwicklungs- und Schwellenländer als Absatzmarkt zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen. Es steigt jedoch auch der Anteil der Firmen leicht an, der erwartet, von der Klimapolitik und den langfristigen globalen Zielen zur Treibhausgasreduktion negativ betroffen zu sein.

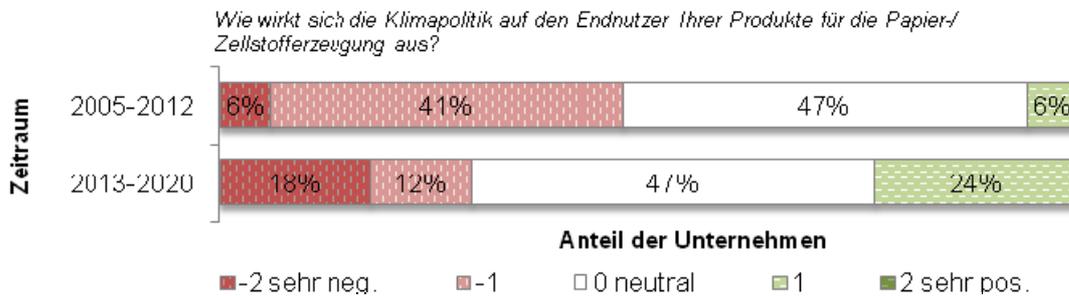
Abbildung 4-87: Auswirkung der Klimapolitik auf die Technologieanbieter



n=17

Des Weiteren wurden die Technologieanbieter nach ihrer Einschätzung gefragt, wie sich die Klimapolitik auf die Endabnehmer ihrer Produkte für die Papier- und Zellstoffherzeugung auswirkt. Abbildung 4-88 verdeutlicht, dass dabei die Auswirkungen der Klimapolitik auf die Endnutzer ihrer Produkte in dem Zeitraum von 2005 bis 2012 negativer eingeschätzt wurden, als in dem Zeitraum von 2013 bis 2020. Es gehen 24 % der Unternehmen davon aus, dass langfristig die Klimapolitik eine positive Auswirkung auf die Endnutzer ihrer Produkte hat. Dieses Ergebnis weicht von den Einschätzungen der Papier- und Zellstoffhersteller ab (siehe Abbildung 4-61), die besonders langfristig von einer sehr negativen Betroffenheit von der Klimapolitik ausgehen (vgl. Kapitel 4.3.1.2.2). Da aber die Mehrheit der Technologieanbieter (78 %) einen großen Teil ihres Absatzes nicht in Europa erwirtschaften, könnten die Endnutzer auch außerhalb von der EU liegen, die weniger strengen Umweltauflagen unterliegen und deshalb von den Auswirkungen klimapolitischer Maßnahmen nicht betroffen sind. Es könnte sogar sein, dass diese Unternehmen von den strengeren Umweltauflagen in Europa profitieren. Dies konnte allerdings in der Umfrage nicht bestätigt werden, so schätzen die Unternehmen die Betroffenheit ihrer Endkunden unabhängig davon ein, ob ein großer Anteil ihres Umsatzes außerhalb von Europa erwirtschaftet wurde.

Abbildung 4-88: Bewertung der Klimapolitik auf die Endnutzer der Produkte von den Technologieanbietern



n=17

Die Betroffenheit der Technologieanbieter könnte mit den erwarteten Auswirkungen auf die Endkunden zusammenhängen, da sich bei einer negativen Betroffenheit der Papier- und Zellstoffindustrie die Auftragslage für die vorgelagerte Industrie verschlechtern könnte. Es wäre aber auch denkbar, dass es zu einer entgegengesetzten Entwicklung bei der Bewertung klimapolitischer Maßnahmen der Technologieanbieter und der Papier- und Zellstoffhersteller kommt, nämlich dann wenn die Kunden bei einer negativen Betroffenheit mehr in neue Anlagen und Komponenten investierten. Zur Überprüfung, welcher der Erklärungsansätze in diesem Stichprobenumfang zutrifft, wurden jeweils die „Allgemeine Betroffenheit der Klimapolitik“ der Technologieanbieter bivariat mit der Einschätzung der Betroffenheit von der Klimapolitik auf den Endkunden getestet. In Tabelle 4-16 ist die Kreuztabelle dieser beiden Variablen dargestellt, wobei die Ausprägungen negativ (-1) und sehr negativ (-2) bzw. positiv (1) und sehr positiv (2) zusammengefasst wurden. Demnach schätzen die Technologieanbieter ihre eigene Betroffenheit und die ihrer Kunden ähnlich ein.¹¹⁷

Tabelle 4-16: Kreuztabelle zwischen der eigenen Betroffenheit und der Betroffenheit des Endkunden von der Allgemeinen Klimapolitik bis 2020

		Betroffenheit des Endkunden			Gesamt
		negativ	neutral	positiv	
Eigene Betroffenheit	negativ	12 %	0 %	0 %	12 %
	neutral	17 %	35 %	18 %	70 %
	positiv	0 %	12 %	6 %	18 %
Gesamt		29 %	47 %	24 %	100 %

n=17

¹¹⁷ Statistische Signifikanz nach Kendall-Tau für $p=0,076$

4.3.2.3 Absatzmärkte der Technologieanbieter

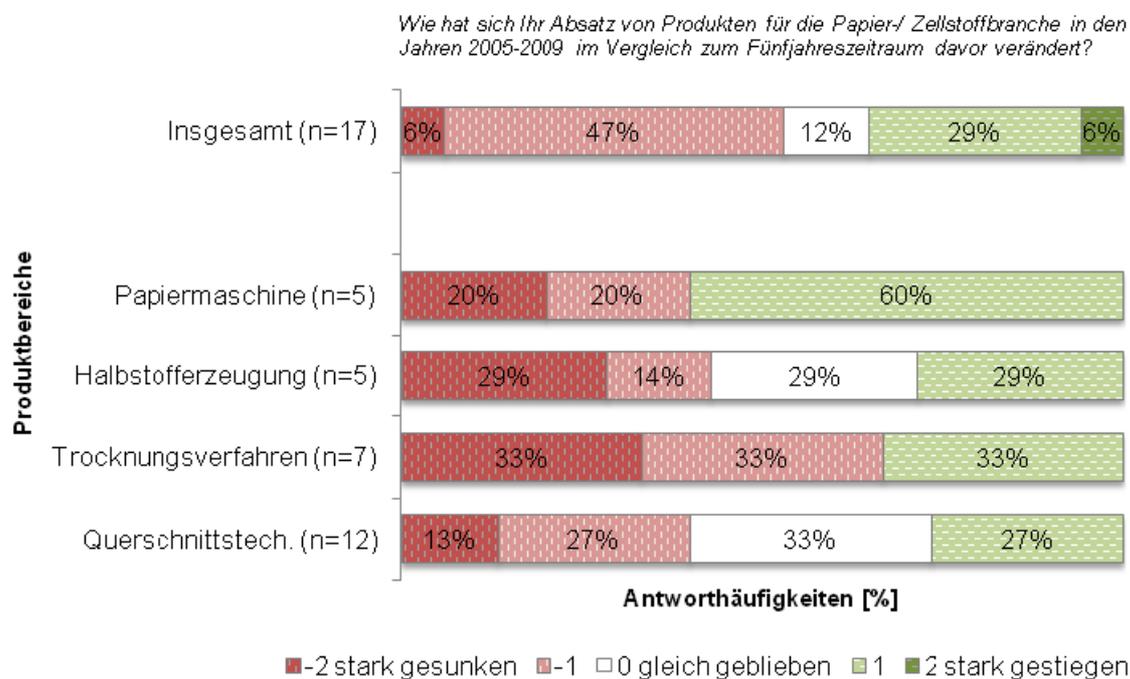
Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Entwicklung der unterschiedlichen Absatzmärkte der Technologieanbieter. Dabei wurden sowohl die Nachfrageentwicklung für unterschiedliche Produktgruppen als auch die Veränderung der Absatzmärkte verschiedener Regionen analysiert. Um dabei den Einfluss des Emissionshandels zu ergründen, wurden Ländergruppen innerhalb und außerhalb der EU gewählt. Da in diesem Abschnitt auch die Investitionsaktivitäten der Technologieanbieter in CDM-Projekte untersucht wurden, sind Entwicklungs- und Schwellenländer mit einbezogen. Wie die Unternehmensfallstudien im übergeordneten Forschungsprojekt gezeigt haben, gelten Russland, Nordamerika und Asien als interessante Märkte für die Produkte der Technologieanbieter und wurden deshalb mit aufgeführt.

4.3.2.3.1 Veränderung des Absatzmarktes

Insgesamt stieg bei 35 % der Unternehmen der Absatz in dem Fünfjahreszeitraum nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) im Vergleich zu dem Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004), während er bei 53 % der Unternehmen sank, sodass insgesamt eine leicht fallende Tendenz zu beobachten ist. Die Veränderungen der einzelnen Produktbereiche können aus Abbildung 4-89 entnommen werden.

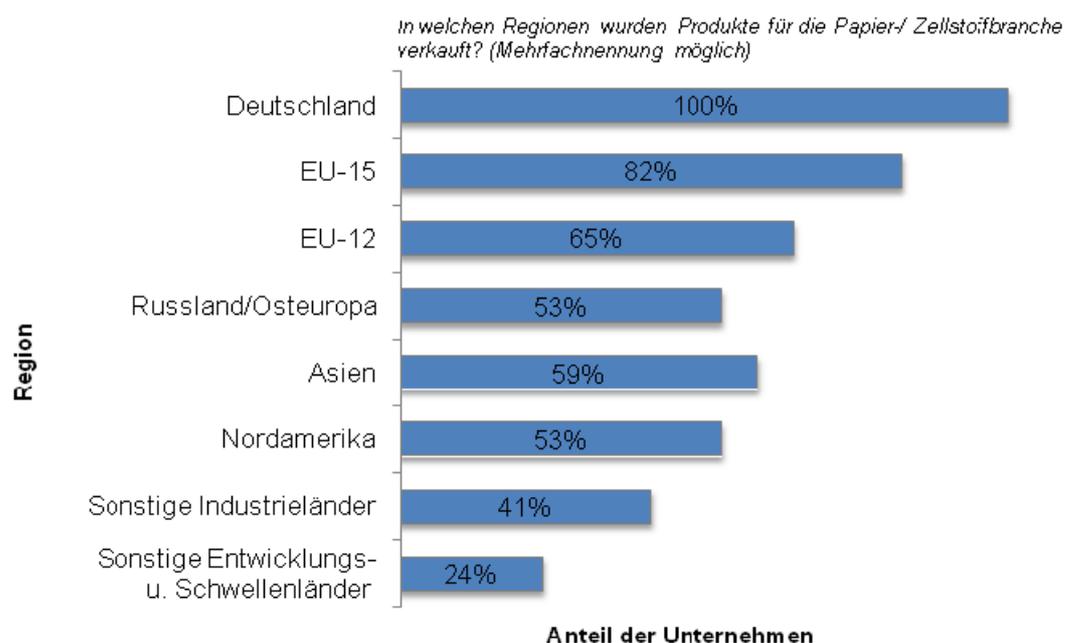
Nahezu alle Unternehmen erwirtschafteten ihren Umsatz im Jahr 2008 nicht nur in Deutschland, sondern agierten global (vgl. Abbildung 4-90). So erzielten 82 % der Unternehmen einen Teil ihres Umsatzes in den EU-15 Ländern. Der Anteil der Technologieanbieter lag außer bei einem Unternehmen, bei dem weit über 50 % des Umsatzes in den EU-15 Ländern erwirtschaftet wurde, zwischen 10 % und 30 %. Auch in den neuen EU Mitgliedsstaaten (EU-12 Staaten) setzten 65 % der Unternehmen Produkte für die Papier- und Zellstoffindustrie ab, der Anteil am Umsatz lag jedoch nur bei maximal 15 %. Ein wichtigerer Absatzmarkt war Asien, der sich auch nach Aussagen der Unternehmen, die an den Fallstudien teilnahmen, in den letzten Jahren zu einem umsatzstarken Absatzmarkt in dem Bereich der Papier- und Zellstoffbranche entwickelt hat. Dies konnte in der Umfrage bestätigt werden: So haben 47 % der Technologieanbieter Asien in den letzten fünf Jahren (2005-2009) als neuen Markt erschlossen. Der Absatz auf diesem Markt stieg bei einigen Unternehmen so stark an, dass der Anteil am Gesamtumsatz im Jahr 2008 bis zu 40 % betrug. Ein ebenfalls wichtiger Wachstumsmarkt war Russland und Osteuropa außerhalb der EU. Dieser Markt wurde von 35 % der befragten Technologieanbieter in den letzten fünf Jahren (2005-2009) neu erschlossen.

Abbildung 4-89: Absatzentwicklung der Produkte der Technologieanbieter



Der Anteil des Umsatzes lag hier zwischen 3 % und 30 %. In Schwellen- und Entwicklungsländern setzte jedes vierte Unternehmen seine Produkte für die Papier- und Zellstoffindustrie ab. Der Anteil des Umsatzes, der in dieser Region erwirtschaftet wurde, lag jedoch nur bei 1 % bis 5 %.

Abbildung 4-90: Absatzmärkte der Technologieanbieter nach Ländergruppen



n=17

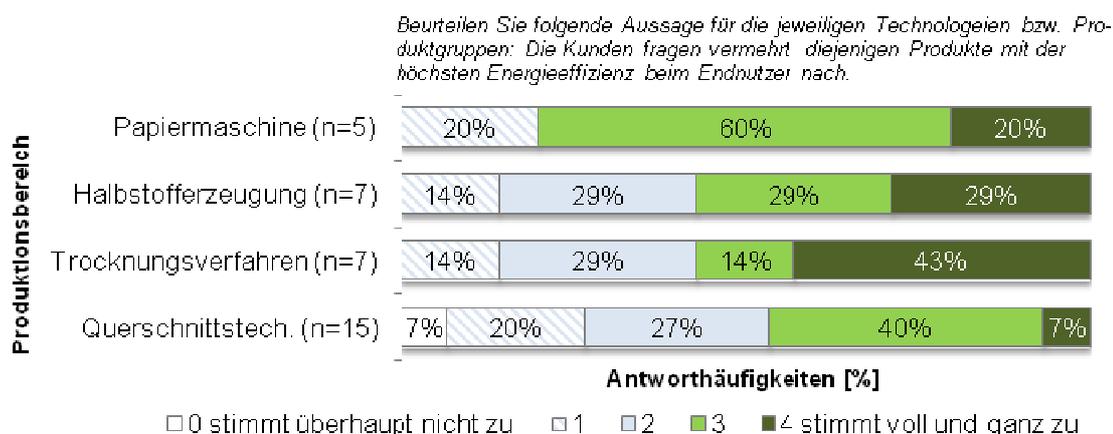
Bei 47 % der Unternehmen stieg der Absatz (in mindestens einem Produktbereich) im Zeitraum 2005 bis 2009 in Deutschland und ebenfalls bei 47 % in Asien an. In Russland und Osteuropa außerhalb der EU war dies bei 41 % der Unternehmen der Fall. So ist Deutschland immer noch ein wichtiger Markt für die Papiertechnologielieferanten, aber Russland bzw. Osteuropa und insbesondere Asien haben in den letzten fünf Jahren 2005-2009 an Bedeutung stark zugenommen. So wurde schon im Jahr 2008 ein großer Teil des Umsatzes auf diesen beiden Märkten erwirtschaftet.

Vom Clean Development Mechanism (CDM) konnten nur wenige Unternehmen profitieren. So lieferte nur ein Unternehmen in den Jahren 2005 bis 2009 Produkte für CDM-Projekte. Die Relevanz des Clean Development Mechanism für den Markteintritt in Schwellen- oder Entwicklungsländer wurde als gering eingeschätzt.

4.3.2.3.2 Energieeffiziente Technologien auf dem Absatzmarkt

In diesem Absatz wird untersucht, welche Rolle die Energieeffizienz bei der Nachfrage nach Produkten für die Papier- und Zellstoffindustrie hatte. Dazu wurden die Technologielieferanten gefragt, ob und in welchem Bereich die Kunden verstärkt Produkte mit der höchsten Energieeffizienz nachfragten. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass besonders bei Anlagen und Komponenten für die Papiermaschine die Energieeffizienz eine große Rolle spielte. So gaben die Mehrheit der Unternehmen (80 %) an, dass die Kunden vor allem in diesem Bereich vermehrt Produkte mit der höchsten Energieeffizienz nachfragten (vgl. Abbildung 4-91). Aber auch in allen anderen Bereichen wurde der Energieeffizienz eine deutlich gestiegene Bedeutung bei der Nachfrage beigemessen.

Abbildung 4-91: Veränderung der Bedeutung von Energieeffizienz bei der Nachfrageentwicklung der Technologieanbieter

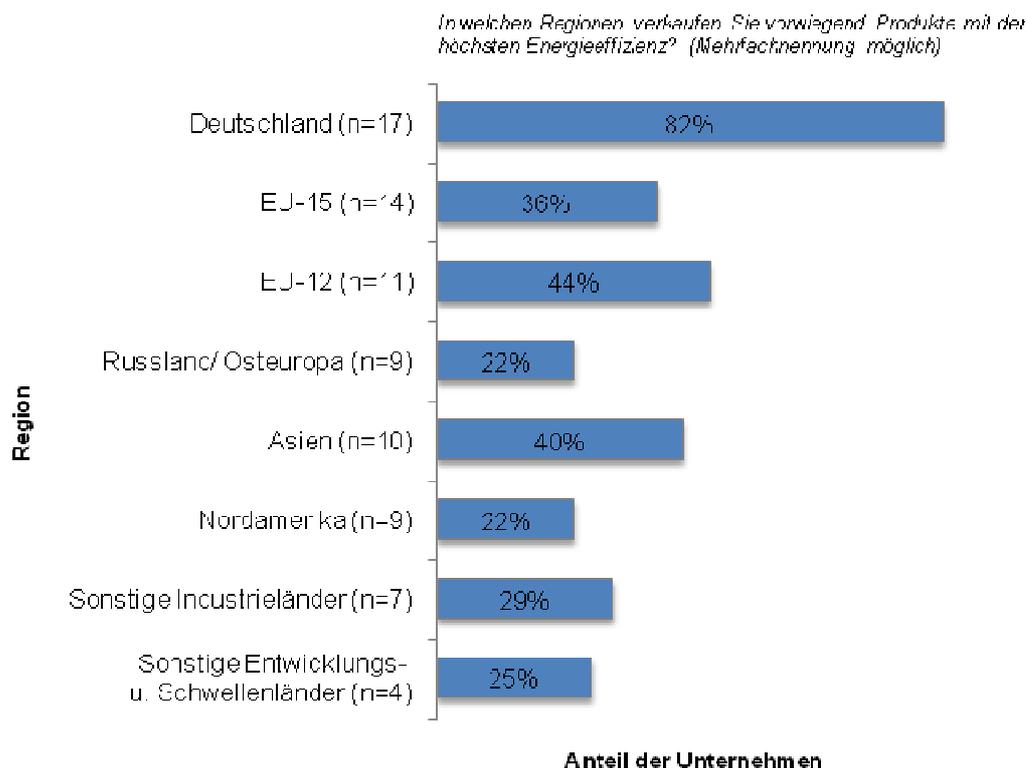


Des Weiteren wurde analysiert, in welchen Ländergruppen vorwiegend Produkte mit der höchsten Energieeffizienz verkauft wurden. In Abbildung 4-92 ist der Anteil der

verkauften Produkte mit der höchsten Energieeffizienz differenziert nach Absatzmärkten abgebildet. Der jeweilige Anteil bezieht sich auf die Unternehmen, die in den entsprechenden Ländern einen Umsatz aufweisen. Der deutsche Markt lag dabei mit Abstand ganz vorne. So gab die Mehrheit der Unternehmen (82 %) an, vorwiegend in Deutschland Produkte mit der höchsten Energieeffizienz zu verkaufen, gefolgt von den neuen EU Ländern (44 %) und Asien (44 %). Am wenigsten Produkte mit der höchsten Energieeffizienz wurden nach Einschätzung der Technologieanbieter in Russland bzw. Osteuropa und Nordamerika gekauft.

Auffällig ist, dass auch für Asien ein relativ hoher Anteil von Papiertechnologielieferanten angegeben hat, dort vorwiegend Produkte mit höchst energieeffizienten Produkten abzusetzen. Der Anteil lag mit 40 % sogar höher als in den alten EU-Mitgliedsstaaten. Das einzige Unternehmen, das in den Entwicklungsländern Produkte mit der höchsten Energieeffizienz verkaufte, hat Produkte für CDM-Projekte geliefert.

Abbildung 4-92: Verkauf von Produkten der Technologieanbieter mit der höchsten Energieeffizienz nach Regionen



Inwieweit der hohe Anteil der Nachfrage nach energieeffizienten Produkten mit dem EU-Emissionshandel zusammenhängt lässt sich nicht kausal erschließen. Es ist eine Tendenz zu erkennen, dass in den Ländern, die dem Emissionshandel unterliegen die Nachfrage nach energieeffizienten Produkten höher ist als in den anderen Regionen.

Dies erklärt jedoch weder den hohen Anteil Deutschlands im Vergleich zu den anderen EU-Ländern noch den hohen Anteil Asiens, der im gleichen Bereich wie der Anteil der EU-Länder liegt. Ein anderer Erklärungsansatz könnten die Energiepreise liefern. Die Preise für Gas sind zum Beispiel in Europa etwa 50 % höher als in Nordamerika (Zittel 2010), was Unterschiede bei den Anteilen zwischen diesen Regionen erklären würde. Dass die Einführung nachhaltiger Technologien aber nicht nur auf klimapolitische Maßnahmen bzw. auf Energiekosteneinsparungen zurückzuführen ist, zeigen andere Studien, die sich mit dem Adoptionsverhalten der Papier- und Zellstoffindustrie beschäftigen. Demnach spielen z.B. auch die Einstellung der Mitarbeiter zu energieeffizienten Technologien eine Rolle (del Río González 2005; Thollander, Ottosson 2008).

Dennoch wird der Einfluss der Klimapolitik zukünftig nach Aussage der Papiertechnologen zunehmen. So gehen etwa 60 % der Unternehmen für den Zeitraum bis zum Jahr 2020 von einer Zunahme der Bedeutung von Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung nach Ihren Produkten für die Papier- und Zellstoffindustrie aus.

4.3.2.3.3 Einfluss sonstiger Faktoren auf die Absatzmärkte

Abbildung 4-93 zeigt die Relevanz klimapolitischer Maßnahmen für die Gesamtnachfrage nach den Produkten für die Papier- und Zellstoffbranche im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren. Dabei wurden folgende Faktoren miteinander verglichen:

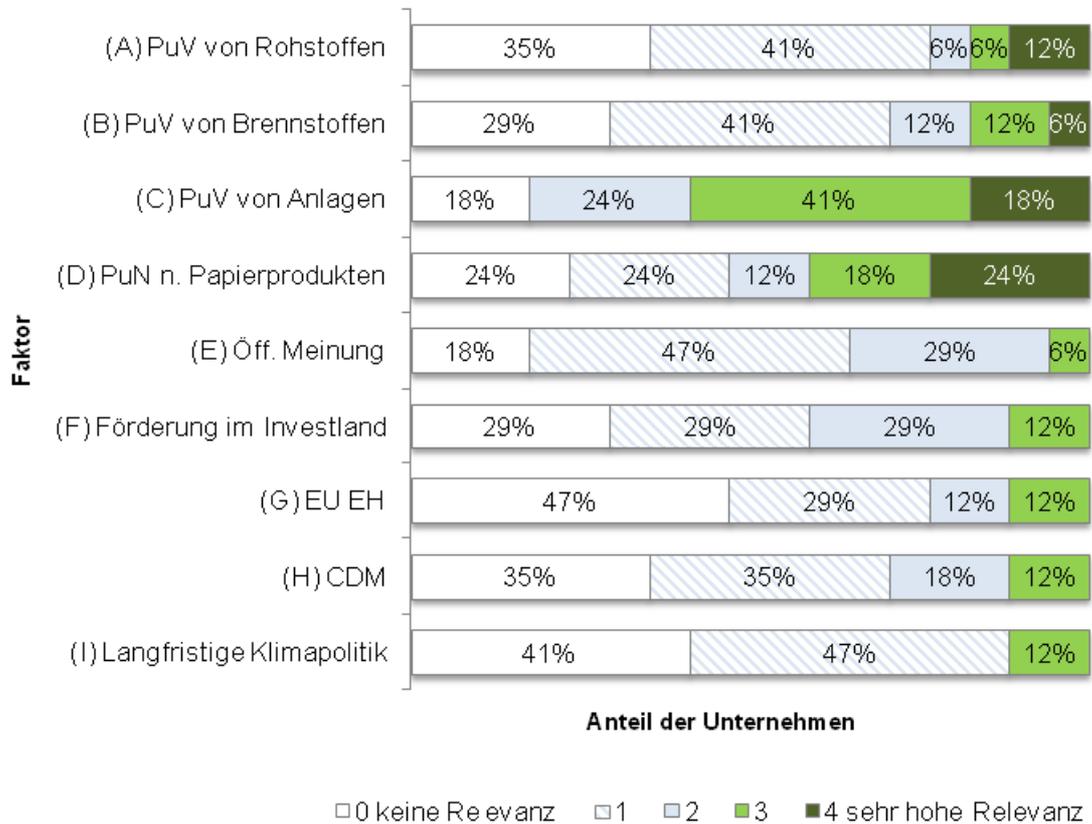
- (A) Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (C) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (D) Preise und Nachfrage nach Papier-/ Zellstoffprodukten
- (E) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (F) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (G) EU-Emissionshandel
- (H) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (I) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Der wichtigste Faktor für die Entwicklung der Gesamtnachfrage waren Preise und Verfügbarkeit von Anlagen. So maßen etwa 60 % der Unternehmen diesem Faktor eine hohe bzw. sehr hohe Relevanz bei, gefolgt von Preise und Nachfrage nach Papierprodukten, den 42 % als wichtigen Einflussfaktor bezifferten. 88 % der Unternehmen gaben hingegen an, dass die Klimapolitik (G-I) keine oder nur eine geringe Relevanz¹¹⁸ für die Nachfrageentwicklung gespielt hat. Die Bedeutung der Klimapolitik bei der Absatzentwicklung wird aber nach Ansicht von 30 % der Unternehmen bis 2012 bzw. nach Ansicht von 59 % bis 2020 zunehmen (vgl. Abbildung 4-94).

¹¹⁸ Geringe Relevanz bedeutet Bewertung der Relevanz mit 1, 2 oder 3.

Abbildung 4-93: Relevanz ausgewählter Faktoren bei der Entwicklung der Gesamtnachfrage der Technologieanbieter

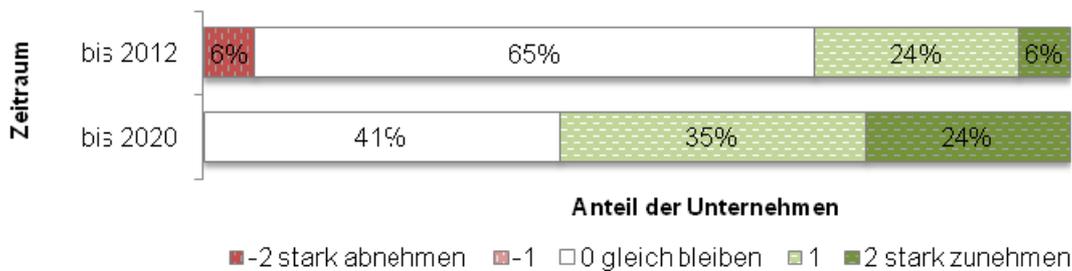
Welche Relevanz hatten die folgenden Faktoren für die Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Ihren Produkten für die Papier-/ Zellstoffbranche in den letzten fünf Jahren (2005-2009)?



n=17

Abbildung 4-94: Bedeutung von Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung der Technologieanbieter

Wie wird sich die Bedeutung von Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung nach Ihren Produkten für die Papier-/ Zellstoffbranche in Zukunft ändern?



n=17

4.3.2.4 Forschung und Entwicklung

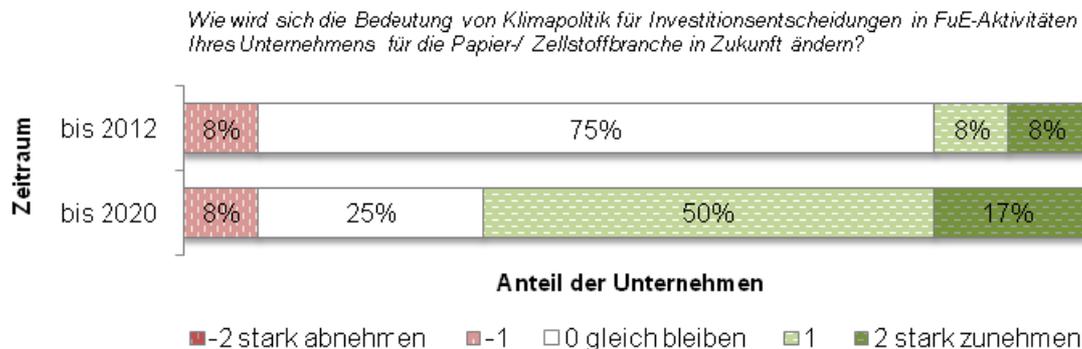
Insgesamt haben 92 % der Unternehmen in den letzten zehn Jahren (2000-2009) in Forschung und Entwicklung für die Papier- und Zellstoffbranche investiert (n=13). Der Anteil der FuE-Ausgaben gemessen am Umsatz lag im Jahr 2008 bei durchschnittlich 10 %. Nur zehn Prozent der Papiertechnologen gaben mehr als 15 % aus. Der Anteil der Mitarbeiter, die sich mit Forschung und Entwicklung beschäftigen, belief sich im Jahr 2008 auf 12 %, bei zehn Prozent lag der Anteil bei über 20 %. Nur ein Unternehmen hatte deutlich höhere FuE-Ausgaben (>50 % des Umsatzes) und dementsprechend auch einen hohen Anteil an Mitarbeitern, die sich mit Forschung und Entwicklung beschäftigt haben.

Das Investitionsvolumen hat sich in dem Fünfjahreszeitraum nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) im Vergleich zu dem Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) in den meisten Produktbereichen nicht verändert. So kam es bei 67 % der Unternehmen (n=15) zu keiner Veränderung des Investitionsvolumens, bei 20 % ist es gesunken und bei nur 13 % angestiegen.

Der Anteil der gesamten FuE-Aktivitäten, der primär durch Klimapolitik veranlasst wurde, lag durchschnittlich bei 4,8 %, der Median und Modalwert bei 5 %, der Maximalwert bei 10 %. So wurde zwar nur ein geringer Anteil der FuE-Projekte durch die Klimapolitik veranlasst, dennoch wirkten sich die FuE-Investitionen bei 30 % der Technologieanbieter, die in Forschung und Entwicklung investiert haben, positiv auf die CO₂-Intensität aus. Bei 54 % der Technologieanbieter führten die FuE-Aktivitäten zu keiner Änderung der CO₂-Intensität bei den Endprodukten, bei 15 % zu einem leichten Anstieg. Dass aber bei immerhin 30 % der Unternehmen die CO₂-Intensität abnimmt, deutet darauf hin, dass obwohl nicht direkt durch Klimapolitik veranlasst, die Unternehmen auf effizientere Technologien setzten. Dabei spielte wohl auch die erhöhte Nachfrage nach energieeffizienten Technologien (vgl. Kapitel 4.3.2.3.2) eine Rolle.

Die Bedeutung der Klimapolitik für Investitionsentscheidungen in FuE-Aktivitäten wird sich nach Meinung der Technologieanbieter, bis 2012 nur bei wenigen Unternehmen verändern. Längerfristig (bis 2020) hingegen gaben 67 % der Unternehmen an, dass die Bedeutung von Klimapolitik auf Investitionsentscheidungen in FuE-Aktivitäten zunehmen wird (vgl. Abbildung 4-95). Dies legt den Schluss nahe, dass auch der Anteil der FuE-Aktivitäten, die durch Klimapolitik veranlasst werden (4,8 % im Jahr 2008), zukünftig ansteigen wird.

Abbildung 4-95: Änderung des Einflusses von Klimapolitik auf die Investitionsentscheidung der Technologieanbieter bei FuE-Aktivitäten



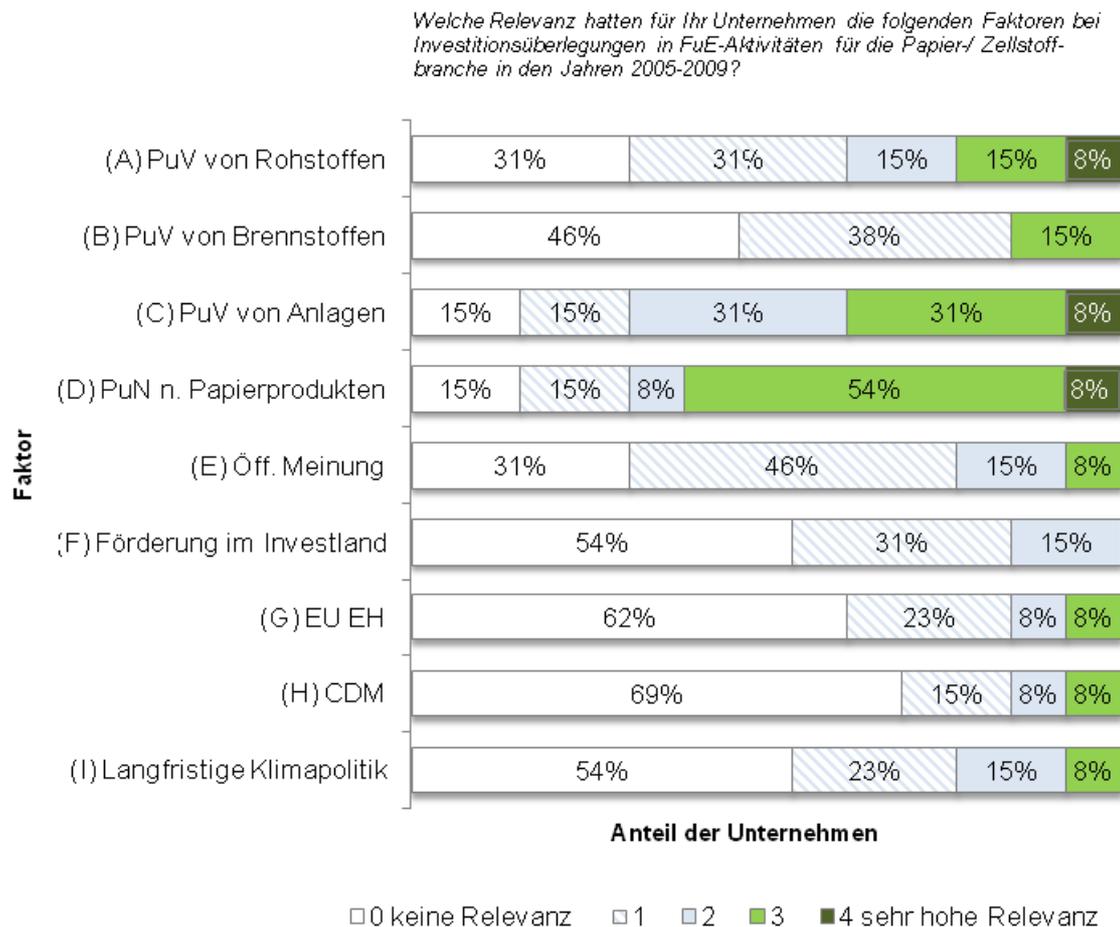
n=12

Welche Rolle der EU-Emissionshandel und längerfristige Ziele zur Treibhausgasreduktion im Vergleich zu anderen Faktoren bei Investitionsentscheidungen in FuE-Aktivitäten in den letzten fünf Jahren (2005-2009) gespielt haben, ist in Abbildung 4-96 dargestellt. Dabei wurden analog zu den Absatzmärkten folgende Faktoren miteinander verglichen.

- (A) Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen
- (B) Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen
- (C) Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten
- (D) Preise und Nachfrage nach Papier-/ Zellstoffprodukten
- (E) Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien
- (F) Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland
- (G) EU-Emissionshandel
- (H) CDM und potentielle Nachfolgemechanismen
- (I) Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion

Die Mehrheit der Technologieanbieter (62 %) maß den Preisen und der Nachfrage nach Papierprodukten bei Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten eine hohe bzw. sehr hohe Relevanz bei. Den geringsten Einfluss hatten nach Angaben der Technologieanbieter die klimapolitischen Instrumente (G-I), der Einfluss der Förderung von Forschung und Entwicklung in Deutschland wurde noch niedriger bewertet. So gaben die Unternehmen an, dass der EU-Emissionshandel bei 62 % keine Rolle für FuE-Aktivitäten spielte, der Clean Development Mechanism (CDM) sogar bei 69 %. Auch die Papierhersteller bezifferten den Einfluss der klimapolitischen Instrumente auf die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten als gering. Die Bewertung der verschiedenen Faktoren könnte darauf hindeuten, dass die Technologieanbieter vor allem nachfragebedingt forschen.

Abbildung 4-96: Relevanz ausgewählter Faktoren bei Investitionsentscheidungen der Technologieanbieter in FuE

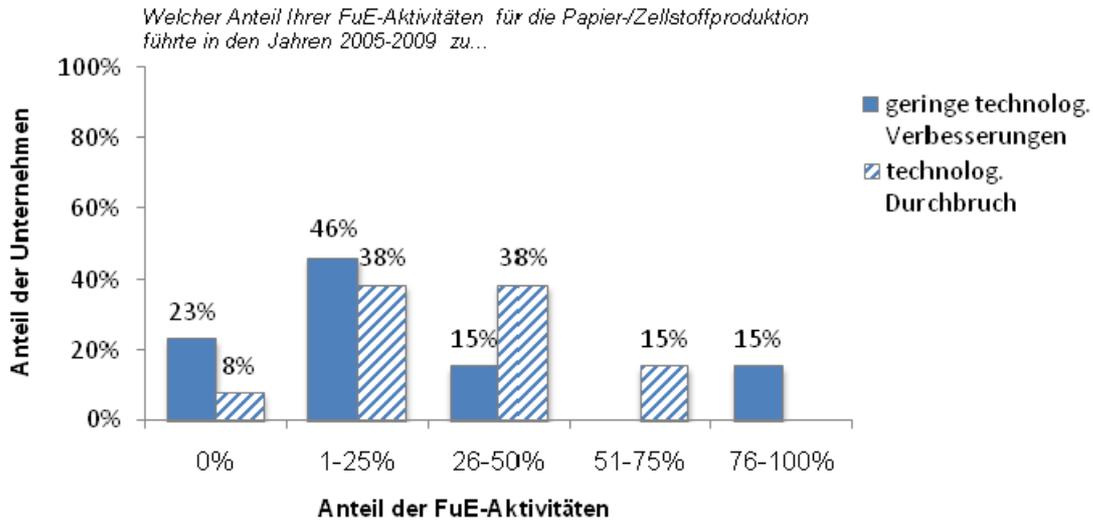


n=13

Um zu überprüfen, wie hoch der Innovationsgrad bei Forschung und Entwicklung war, ist in Abbildung 4-97 der technische Neuheitsgrad der FuE-Aktivitäten, die in den letzten fünf Jahren (2005-2009) durchgeführt wurden, abgebildet. Ähnlich wie bei den Papierproduzenten wurde nur von wenigen Unternehmen (15 %) ein großer Anteil in FuE-Aktivitäten investiert, die zu technologischen Durchbrüchen geführt haben. Auch hier ist der Trend zu erkennen, dass mehr im Bereich inkrementeller Innovationen geforscht wurde. Die befragten Unternehmen konnten dabei bei durchschnittlich 55 %¹¹⁹ der FuE-Aktivitäten auf existierende Fähigkeiten im Unternehmen aufbauen, während bei 24 %¹¹⁹ neues technologisches Know-how benötigt wurde.

¹¹⁹ Durchschnittswert aus Klassenmittelpunkten (5 Klassen zwischen 0 % und 100 %) gebildet.

Abbildung 4-97: Anteil der technologischen Durchbrüche bei FuE-Aktivitäten der Technologieanbieter

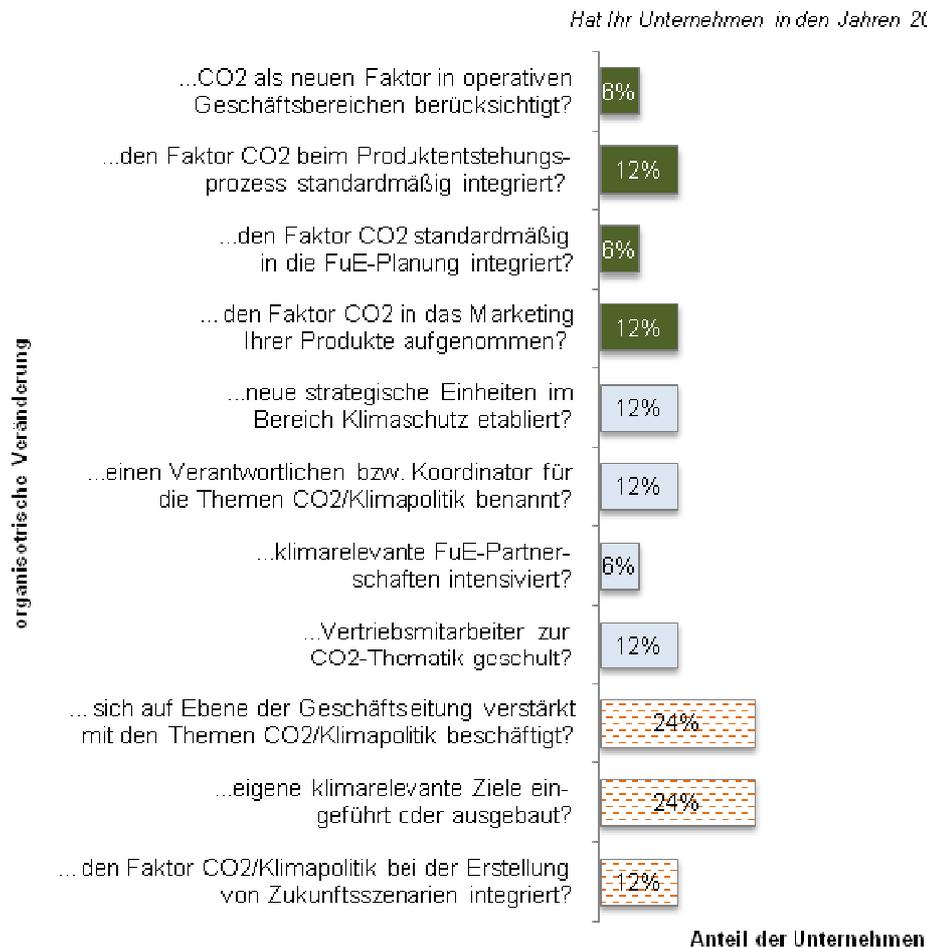


n=13

4.3.2.5 Organisatorische Veränderungen

Abbildung 4-98 gibt einen Überblick, zu welchen klimarelevanten organisatorischen Veränderungen es in den Unternehmen seit 2005 kam und in welchem Maße der Faktor CO₂ integriert wurde. Dabei wurden drei unterschiedliche Arten organisatorischer Veränderungen abgefragt: Veränderungen in den Prozessen und Routinen (dunkel), Strukturen (hell) und in den Visionen (gestrichelt). In allen drei Bereichen kam es nur bei wenigen Unternehmen zu organisatorischen Veränderungen. Am größten sind die Auswirkungen noch im Bereich der Unternehmensvisionen, bei denen ein Viertel der Unternehmen angaben, sich verstärkt auf Ebene der Geschäftsleitung mit den Themen CO₂ bzw. Klimapolitik zu beschäftigen und eigene klimarelevante Ziele ausgebaut zu haben.

Abbildung 4-98: Organisatorische Veränderungen bei den Technologieanbietern



n=19

4.3.3 Zusammenfassung Umfrageergebnisse Papier

In dieser Teilstudie wurden die Auswirkungen des EU-Emissionshandels auf die Innovationsaktivitäten der deutschen Papier- und Zellstoffhersteller sowie der Technologieanbieter untersucht. Dabei wurden unter Innovation neben den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (FuE) auch die Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungen (Adoption) sowie organisatorische Veränderungen verstanden. Bei der Analyse des durch den Emissionshandel hervorgerufenen Innovationseffekts auf die verschiedenen Innovationsdimensionen (Adoption, Forschung und Entwicklung, organisatorische Veränderungen) wurden auch die Firmencharakteristiken (z. B. Technologieportfolio, Wertschöpfungskettenposition) und externe Einflussfaktoren (z. B. Marktfaktoren, andere politische Maßnahmen) berücksichtigt. Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst.

Geschäftsumfeld und Rahmenbedingungen

Die papier- und zellstoffherstellende Industrie, die sich in einem harten internationalen Preis- und Verdrängungswettbewerb befindet, gehört zu den fünf energieintensivsten Industriezweigen in Deutschland (zusammen mit der Herstellung von Baustoffen, Chemie, Metallen und Stahl) und ist deshalb besonders stark von klimapolitischen Maßnahmen betroffen (Muntzke 2005, Klein 2009). Die Papier- und Zellstoffhersteller, die an der Umfrage teilgenommen haben, sind vor allem große Unternehmen mit Jahresumsätzen von über 50 Mio. Euro, während die Technologieanbieter vor allem kleine und mittelständische Unternehmen nach Definition der Europäischen Kommission (European Commission 2003)

Der Energiekostenanteil bei den Papierproduzenten¹²⁰ lag durchschnittlich bei 16,4 % und stellt damit einen wichtigen Kostenfaktor dar. Als Hauptenergieträger setzten die Papierproduzenten im Jahr 2008 vor allem Gas ein. Sekundärbrennstoffe, deren Anteil in den fünf Jahren nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) leicht zugenommen hat, wurden im Jahr 2008 im Vergleich zu fossilen Energieträgern deutlich weniger bei der Energieerzeugung eingesetzt.

Die meisten Papierproduzenten gaben an, dass sie in den letzten fünf Jahren (2005-2009) von den Rohstoffpreisen und insbesondere von den Energiepreisen negativ betroffen waren. Ebenso führte das Einbrechen der Nachfrage nach Papierprodukten infolge der Wirtschaftskrise in den Jahren 2008 und 2009 zu einer Senkung der Papierpreise, dies belastete die Papierproduzenten zusätzlich. Ebenso beurteilten sie bei den politischen Rahmenbedingungen besonders die Auswirkungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) negativ. Lediglich die KWK-Förderung, die mit dazu führte, dass es in den letzten Jahren zu einem starken Ausbau von KWK-Anlagen in der Papier- und Zellstoffindustrie kam (VDP 2008), wurde von der Mehrheit der Unternehmen positiv bewertet. Von der deutschen und europäischen Forschungsförderung sahen sich die Unternehmen weder positiv noch negativ betroffen.

Im Gegensatz dazu gab die Mehrheit der Technologieanbieter an, nicht von den Marktpreisen sowie den politischen Rahmenbedingungen betroffen gewesen zu sein. Nur die Auswirkungen der Anlagenpreise sowie Brennstoffpreise wurden jeweils von einem großen Anteil (41 %) als negativ bezeichnet. Insgesamt ist bei der Bewertung der Marktpreise ein leicht negativer und bei der Bewertung der politischen Rahmenbedingungen ein leicht positiver Trend zu beobachten.

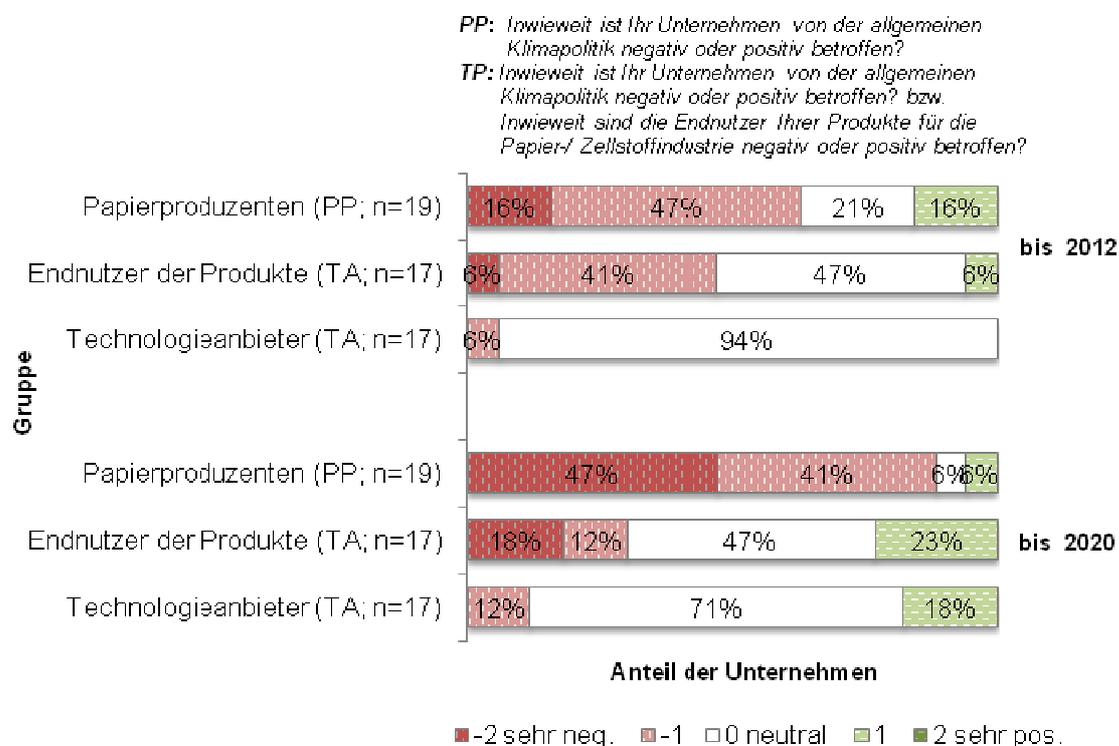
¹²⁰ Unter diesem Begriff werden auch die Unternehmen verstanden, die Zellstoff produzieren.

Betroffenheit von klimapolitischen Maßnahmen

Die Papierproduzenten beurteilten die Auswirkung des EU-Emissionshandels bis zum Ende der zweiten Handelsperiode 2012 sehr unterschiedlich. Positiv wurden die Auswirkungen vor allem von denjenigen Unternehmen bewertet, denen mehr Zertifikate zugeteilt wurden als sie benötigten. Dadurch war es ihnen möglich, die nicht benötigten Emissionsrechte gewinnbringend zu veräußern. Die Auswirkungen des EU-Emissionshandels in der dritten Handelsperiode (bis 2020) schätzten die Unternehmen deutlich negativer ein. Dabei könnte die Stringenz der Zuteilungsregeln eine Rolle gespielt haben. Die negative Betroffenheit könnte aber auch mit dem Herabsetzen des Emissionsbudgets (Cap) zusammenhängen. Dies könnte die von den Papierproduzenten erwartete Verdopplung des CO₂-Preises bis zum Jahr 2020 erklären. Dennoch sicherten sich nur wenige Unternehmen Zertifikate aus CDM Projekten, was eine Möglichkeit darstellt, günstigere Zertifikate für die dritte Handelsperiode zu erwerben. Als Gründe für die Zurückhaltung gegenüber dem Clean Development Mechanism wurden vor allem die Überausstattung sowie die Unsicherheit der Gestaltung dieses Instruments über 2012 hinaus genannt. Direkt in CDM Projekte investierte kein Papier- und Zellstoffhersteller; von den Technologieanbietern lieferte nur ein einzelnes Unternehmen Produkte für CDM Projekte, was jedoch keine Auswirkungen auf den Markteintritt in neue Länder hatte.

Die Papierproduzenten bewerteten die Auswirkungen der allgemeinen Klimapolitik ähnlich negativ wie die Betroffenheit des EU-Emissionshandels. Der Anteil der Unternehmen, die angaben, negativ oder sogar sehr negativ von der allgemeinen Klimapolitik betroffen zu sein, stieg von 63 % im Jahr 2012 auf über 82 % im Jahr 2020 an (vgl. Abbildung 4-99). Die Technologieanbieter hingegen schätzten die negativen Auswirkungen der Klimapolitik auf die Papierproduzenten deutlich geringer ein als die Papierproduzenten selbst. So gingen in dem Zeitraum bis 2020 etwa 70 % von einer neutralen oder sogar positiven Auswirkung auf die Endnutzer ihrer Produkte für die Papier- und Zellstoffindustrie aus (siehe mittlerer Balken in Abbildung 4-99). Die eigene Betroffenheit bewerteten die Mehrheit der Technologieanbieter sowohl kurzfristig (94 %) als auch langfristig (74 %) neutral.

Abbildung 4-99: Vergleich der Betroffenheit von der allgemeinen Klimapolitik zwischen Papierproduzenten und Technologieanbietern



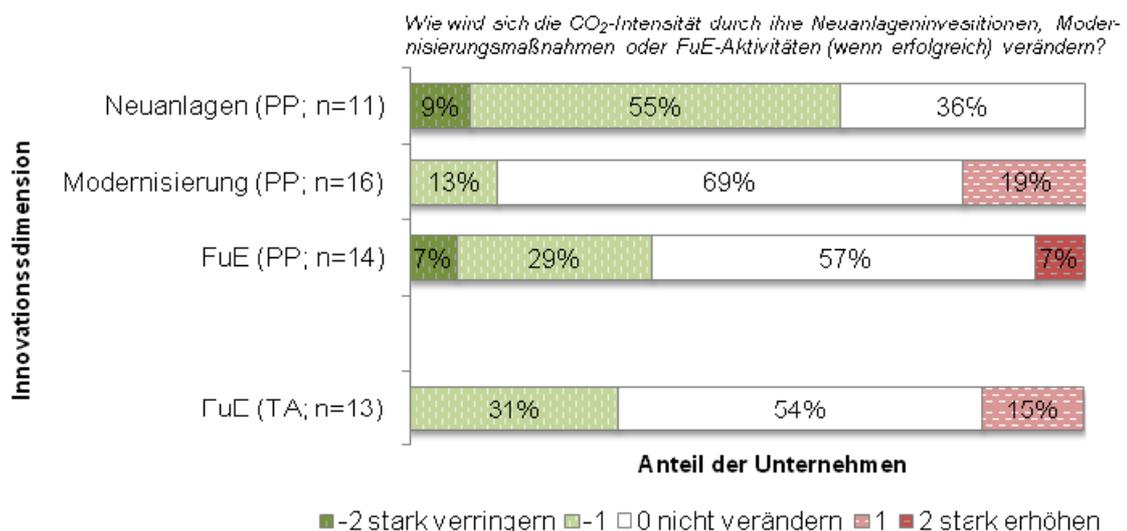
Innovationsaktivitäten

Investitionen in Neuanlagen, Modernisierungen sowie Forschung und Entwicklung wurden von den Papierproduzenten in den fünf Jahren nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) in mehr Bereichen (Produktgruppen bzw. Prozessen) durchgeführt als in dem Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004). Betrachtet man das Investitionsvolumen dieser Aktivitäten, nahm dieses bei Neuanlagen und Modernisierungen tendenziell ab – außer im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung. Im Bereich Forschung und Entwicklung blieb hingegen das Investitionsvolumen bei über der Hälfte der Papierproduzenten unverändert, insgesamt ist eine leicht steigende Tendenz zu beobachten. Allerdings betrug der Anteil der Ausgaben aller FuE-Aktivitäten bei den Papierproduzenten im Jahr 2008 nur etwa 1,6 % des Umsatzes, bei den Technologieanbietern durchschnittlich 10 %. Die meisten Papierproduzenten investierten sowohl im Bereich Neuanlagen als auch Forschung und Entwicklung den größten Teil ihres Investitionsbudgets in inkrementelle Innovationsprojekte. Dennoch gab es einige wenige Firmen, bei denen ein großer Teil der FuE-Aktivitäten radikale Innovationen darstellte.

Die Investitionsaktivitäten der Papierproduzenten hatten vor allem bei Investitionen in Neuanlagen eine positive Wirkung auf die CO₂-Intensität (vgl. Abbildung 4-100). Der geringste Effekt war bei Modernisierungen zu verzeichnen. Hier wirkten sich die Inves-

tionen bei knapp 70 % der Unternehmen neutral auf die CO₂-Intensität aus, während bei etwa 20 % sogar eine Erhöhung der CO₂-Intensität zu beobachten war. Dies könnte darauf hindeuten, dass Investitionen in diesem Bereich vor allem prozessorientiert motiviert waren, um die Produktivität und Qualität zu erhöhen. Bei Forschung und Entwicklung wirkten sich die Aktivitäten, sowohl bei den Papierproduzenten als auch bei den Technologieanbietern, bei der Mehrzahl der Unternehmen neutral auf die CO₂-Intensität aus. Bei einem großen Teil der Unternehmen kam es aber auch zu einem positiven Effekt der CO₂-Intensität, der bei den Papierproduzenten stärker ausgeprägt war als bei den Technologieanbietern.

Abbildung 4-100: Einfluss der Innovationsaktivitäten auf die CO₂-Intensität der Papierproduzenten und Technologieanbieter

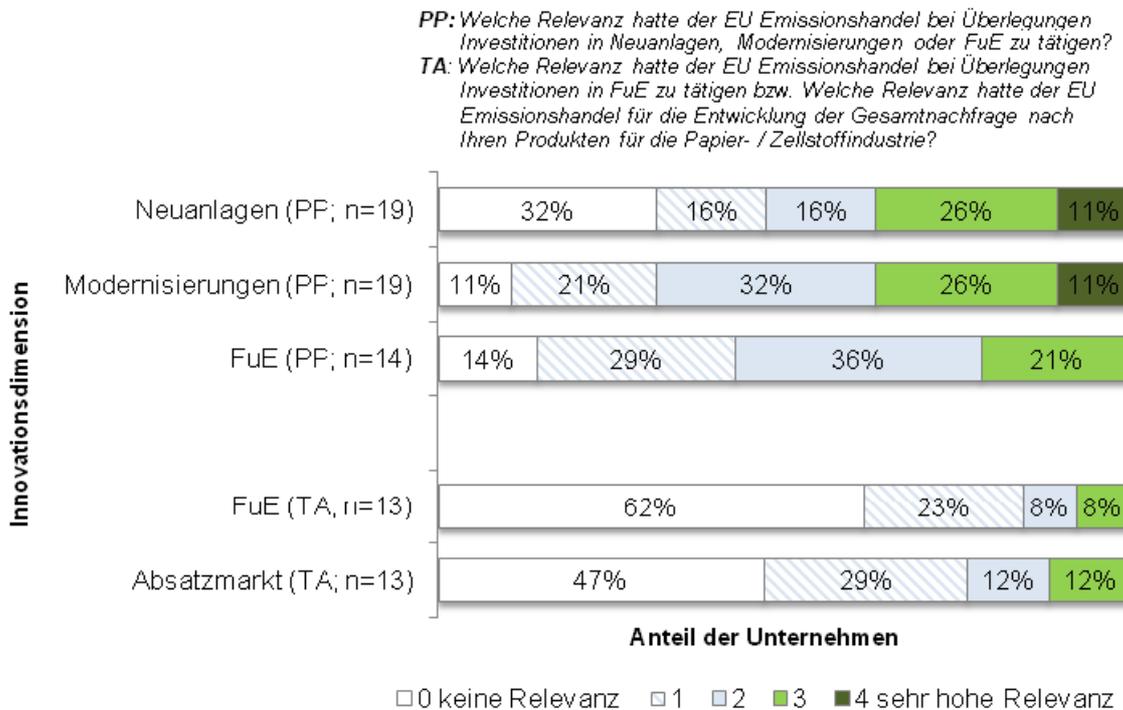


Einfluss der Klimapolitik bei Innovationsaktivitäten

Der EU-Emissionshandel spielte jedoch bei den Innovationsentscheidungen verglichen mit anderen Faktoren (wie z. B. Preise und Verfügbarkeit von Anlagen, Preise und Nachfrage nach Papier-/Zellstoffprodukten) nach Meinung der Umfrageteilnehmer nur eine untergeordnete Rolle. In Abbildung 4-101 ist dargestellt, wie die Papierproduzenten bzw. die Technologieanbieter die Relevanz des EU-Emissionshandels bei Überlegungen in die verschiedenen Investitionsdimensionen zu investieren, bewerteten. Am höchsten wurde der Einfluss des EU-Emissionshandels bei Investitionen in Modernisierungen eingeschätzt. So wiesen 37 % der Papierproduzenten dem EU-Emissionshandel eine hohe bzw. sehr hohe Relevanz bei Modernisierungsentscheidungen zu. Allerdings waren gerade in diesem Bereich die Auswirkungen auf die CO₂-Intensität am geringsten. Auch bei Neuanlageninvestitionen bewerteten zwar 37 % der Papierproduzenten den Einfluss des EU-Emissionshandels als hoch bzw. sehr hoch,

bei 32 % hatte er jedoch keinen Einfluss auf die Investitionsentscheidung in Neuanlagen. Die Technologieanbieter bewerteten die Bedeutung des EU-Emissionshandels bei Investitionsüberlegungen in Forschung und Entwicklung deutlich niedriger als die Papierproduzenten. So ordneten 62 % der Technologieanbieter dem EU-Emissionshandel keine Relevanz zu, während es bei den Papierproduzenten lediglich 14 % waren. Der Anteil primär durch Klimapolitik veranlassten FuE-Aktivitäten, wurde von den Technologieanbietern durchschnittlich auf 5 % geschätzt. Auch dem Einfluss des Emissionshandels maßen die Technologieanbieter bei der Entwicklung ihres Absatzmarktes¹²¹ eine untergeordnete Rolle bei.

Abbildung 4-101: Vergleich der Relevanz des EU-Emissionshandel bei Investitionsentscheidungen der Papierproduzenten und Technologieanbietern



Zur Verdeutlichung der geringen Relevanz des EU-Emissionshandels im Vergleich zu anderen ausgewählten Einflussfaktoren sind in Tabelle 4-17 die drei wichtigsten bzw. unwichtigsten Einflussfaktoren für Adoption sowie Forschung und Entwicklung, getrennt nach den Aussagen der Papierproduzenten und der Technologieanbieter dargestellt. Insgesamt gab aber die Mehrheit der Unternehmen an, dass die Bedeutung der Klimapolitik, vor allem langfristig bis 2020, bei Investitionsentscheidungen zunehmen wird (vgl. Abbildung 4-80). Trotz der niedrigen Bewertung des Einflusses klimapoliti-

¹²¹ Stellt das Pendant zu Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungen der Papierproduzenten dar

scher Maßnahmen gaben die Technologieanbieter an, dass speziell bei Produkten und Technologien für die Papiermaschinen eine hohe Nachfrage nach Produkten mit der höchsten Energieeffizienz bestehe.

Tabelle 4-17: Vergleich der Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidungen der Papierproduzenten und Technologieanbieter

	Papier- / Zellstoffhersteller			Technologieanbieter	
	Neuanlagen	Modernisierungen	Forschung und Entwicklung	Forschung und Entwicklung	Veränderung des Absatzmarktes
wichtig 	<ul style="list-style-type: none"> • Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten • Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen • Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen 			<ul style="list-style-type: none"> • Preise und Nachfrage nach Papier-/Zellstoffprodukten • Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten • Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen 	
unwichtig 	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien • EU-EH • CDM und potentielle Nachfolge-mechanismen 	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion • Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien • CDM und potentielle Nachfolge-mechanismen 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik in Deutschland • EU-EH • CDM und potentielle Nachfolge-mechanismen 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland • EU-EH • CDM und potentielle Nachfolgemechanismen 	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige europäische/ globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion • EU-EH • CDM und potentielle Nachfolge-mechanismen

Organisatorische Innovationen

Bei den organisatorischen Veränderungen wurde der Faktor CO₂ von den meisten Papierproduzenten im Bereich der Unternehmensvisionen am stärksten berücksichtigt. So gab die Mehrheit der Papierproduzenten an, dass sich z. B. die Geschäftsleitung verstärkt mit den Themen CO₂ und Klimapolitik auseinandergesetzt habe (84 %) oder eigene klimarelevante Ziele eingeführt bzw. weiter ausgebaut wurden (79 %). Im Gegensatz dazu wurde der Faktor CO₂ bei den alltäglichen Prozessen, insbesondere bei Forschung und Entwicklung, nur zögerlich integriert bzw. die Integration intensiviert. Bei den Technologieanbietern gab die Mehrheit der Unternehmen an, dass es zu keinen klimabedingten organisatorischen Veränderungen gekommen sei.

4.4 Sektorvergleich

In Tabelle 4-18 werden die Hauptergebnisse der deskriptiven Auswertung der Umfrageergebnisse für den Stromsektor und die Papierindustrie vergleichend gegenübergestellt.

Tabelle 4-18: Sektorvergleich der deskriptiven Umfragestatistik (Strom und Papier)

	Stromsektor						Papiersektor						
	Produzent			Technologieanbieter			Produzent			Technologieanbieter			
Umfrageteilnahme													
n	29			48			19			17			
Rücklaufquote (in %)	14.4			14.7			20.7			19.3			
Innovationsaktivität in 2000-2009 (in %)													
FuE	35			83			68			82			
Neuanlagen	83						63						
Modernisierung	80						100						
Veränderung Investitionsvolumen von 2000-2004 vs 2005-2009 (in %: Gesunken, Gleich geblieben, Gestiegen)													
FuE	9	27	63	2	22	76	21	50	28	20	67	13	
Neuanlagen	20	24	56				53	8	38				
Modernisierung	13	30	57				43	37	21				
Absatz				2	15	83				53	12	35	
Veränderung CO2-Intensität durch Investitionen in 2005-09 (in %: Verringern, Unverändert, Erhöhen)													
FuE	82	18	0	51	23	28	36	57	7	31	54	15	
Neuanlagen	58	14	29				64	36	0				
Modernisierung	65	15	20				13	69	19				
Wichtigste Einflussfaktoren für Investitionen in 2005-09 (in %: Sehr hohe und hohe Relevant)													
FuE	Top 1	Öff. Meinung (73)			Förderung in DE (71)			PuN Papierprod. (86)			PuN Papierprod. (62)		
	Top 2	Langfr. Klimapol. (73)			PuV Anlagen (59)			PuV Rohstoffe (79)			PuV Anlagen (39)		
	Top 3	PuV Brennstoffe (64)			Öff. Meinung (52)			PuV Brennstoffe (65)			PuV Rohstoffe (23)		
Neuanlagen	Top 1	PuV Brennstoffe (79)						PuN Papierprod. (64)					
	Top 2	PuN Strom (69)						PuV Brennstoffe (47)					
	Top 3	Förderung in DE (63)						PuV Rohstoffe (42)					
Modernisierung	Top 1	PuV Brennstoffe (76)						PuN Papierprod. (69)					
	Top 2	PuN Strom (62)						PuV Brennstoffe (63)					
	Top 3	PuV Anlagen (55)						PuV Rohstoffe (58)					
Absatz	Top 1				Förderung DE in (81)						PuV Anlagen (59)		
	Top 2				Öff. Meinung (61)						PuN Papierprod. (42)		
	Top 3				PuV Anlagen (65)						PuV Rohstoffe (18)		
Bedeutung von Klimapolitik für Investitionen in 2005-2009 (in % und Ranking: Sehr hohe und hohe Relevanz)													
FuE	EU EH	46	2	15	2	21	1	8	1				
	CDM & Folge	27	3	7	3	7	3	8	1				
	Langfrist-KP	73	1	51	1	21	1	8	1				
Neuanlagen	EU EH	45	1				37	1					
	CDM & Folge	24	3				11	3					
	Langfrist-KP	31	2				32	2					
Modernisierung	EU EH	38	1				37	2					
	CDM & Folge	17	3				16	3					
	Langfrist-KP	21	2				42	1					
Absatz	EU EH				19	2				12	1		
	CDM & Folge				10	3				12	1		
	Langfrist-KP				59	1				12	1		
Veränderung der Bedeutung von Klimapolitik für Investitionsentscheidungen bis 2020 (in %: Abnehmen, Unverändert, Zunehmen)													
FuE	4	65	30	0	42	59	6	25	79	8	25	67	
Neuanlagen	3	17	79				30	6	65				
Modernisierung	0	31	69				12	6	82				
Absatz				4	25	71				0	41	59	
Organisatorischer Wandel in 2005-2009 (in %: Ja)													
Faktor CO2 standardmäßig integriert in													
... Investitionsrechnung	41						37						
... Produktentstehungsprozess				18						12			
Verantwortlicher für CO2/Klimapolitik	45			15			84			12			
Geschäftsleitung mehr CO2/Klimapolitik	83			63			84			24			
Nutzung von CDM von 2005-2009 (in %)													
Ja / Nein	35	/	55	13	/		32	/	47	6	/	53	
Betroffenheit von allgemeiner Klimapolitik (in %: Negativ, Neutral, Positiv)													
Bis 2012	24	45	31	14	26	60	63	21	16	6	94	0	
Bis 2020	69	28	3	17	22	61	88	6	6	12	71	18	

4.5 Hypothesenprüfung

Durch geeignete statistische Auswertungen der Umfragen bei EH-Unternehmen und Anlagenbauern sollen die Hypothesen, die in Kapitel 3 aus den verschiedenen theoretischen Ansätzen abgeleitet wurden, empirisch getestet werden. Dabei werden, sofern relevant, auch Unterschiede zwischen den Sektoren betrachtet. Aufgrund der geringen Fallzahlen für Zement, werden Unternehmen der Papier und Zementbranche zum Sektor Industrie zusammengefasst. Da die relativ geringen Fallzahlen multivariate Verfahren ausschließen, werden in der Regel bivariate Tests durchgeführt. Bei der Auswahl der Tests wird der Charakter der Variablen (ordinal, kardinal) berücksichtigt. Zu beachten ist weiterhin, dass eine Korrelation von Variablen keine Kausalität impliziert.

Tabelle 4-19 gibt einen Überblick der Ergebnisse für diejenigen Hypothesen aus Tabelle 2-1, die im Rahmen der Umfrage getestet werden konnten. Eine ausführliche Darstellung der Tests und Testergebnisse mit Werten für Prüfgrößen, Signifikanzniveaus und der Anzahl der zugrundeliegenden Beobachtungen findet sich im Anhang 2 (Seite 319).¹²² Nachfolgend werden die wesentlichen Schlussfolgerungen entsprechend der Gliederung in Tabelle 2-1 zusammengefasst.

4.5.1 FuE, Adoption Neuanlagen und Modernisierung

4.5.1.1 Genereller Einfluss von EU-EH und Klimapolitik

- *Relevanz:* EU-EH und langfristige Klimapolitik sind bei Technologieanbietern für FuE-Aktivitäten und bei Emissionshandelsunternehmen für FuE sowie für Neuanlagen- und Investitionsentscheidungen im Allgemeinen und für Klimaschutzaktivitäten im Besonderen relevant. Für Technologieanbieter (aber nicht für Emissionshandelsunternehmen) ist langfristige Klimapolitik für FuE-Aktivitäten wichtiger als der EU-EH. Für Adoptionsaktivitäten der Emissionshandelsunternehmen ist hingegen der EH wichtiger. Der CDM hat sowohl bei Emissionshandelsunternehmen als auch bei Technologieanbietern nur einen marginalen Einfluss auf diese Aktivitäten. Neben EU-EH und langfristiger Klimapolitik gibt es allerdings weitere, wichtigere, Faktoren für FuE- und Adoptionsaktivitäten.
- *Unterschiede zwischen Sektoren:* Unterschiede zwischen Strom- und Industriesektoren in der Beurteilung der Relevanz von EU-EH und langfristiger Klimapolitik für Innovationsaktivitäten lassen sich in erster Linie für langfristige Klimapolitik ausmachen. Demnach ist langfristige Klimapolitik für FuE durch Emissionshandelsunternehmen und Technologieanbieter und für Modernisierungsaktivitäten der Emissionshandelsunternehmen im Stromsektor wichtiger als in den Industriesektoren.

¹²² Als Schwellenwert für Statistische Signifikanz wird ein P-Wert $< 0,1$ verwendet.

- *Einfluss auf bedrohte Technologien:* Auf FuE durch Technologieanbieter und Emissionshandelsunternehmen in bedrohten Technologien zur Stromerzeugung übt der EU-EH einen stärkeren Einfluss aus als auf „angepasste“ Technologien. Für Adoptionsentscheidung kann ein solcher Zusammenhang nicht festgestellt werden.
- *Produktinnovationen:* Der EU-EH führt im Papiersektor zu Produktinnovationen im Hinblick auf Adoptionsentscheidungen. Für FuE lässt sich ein solcher Zusammenhang allerdings nur für Emissionshandelsunternehmen bestätigen.
- *Indirekte Wirkung durch Strompreisanstieg:* Die Hypothese, wonach höhere Strompreise zu verstärkten Stromsparaktivitäten führen, ließe sich für Emissionshandelsunternehmen (FuE, Adoption) erst für etwas höhere als die konventionellen Signifikanzniveaus bestätigen.

4.5.1.2 Stringenz

- *Höhe CO₂-Preise/Kostendruck:* Höhere erwartete Preise für Emissionsberechtigungen in 2020 führen zu verstärkten Neuinvestitionen in CO₂-sparende Technologien. Für Modernisierungsmaßnahmen sind hingegen die erwarteten Preise in 2012 relevant. Für FuE bzw. Preiserwartungen für andere Jahre ließe sich für Emissionshandelsunternehmen erst für etwas höhere als die konventionellen (und im Rahmen dieser Studie konservativ angewendeten) ein entsprechender Zusammenhang bestätigen (P-Werte von 0,09 bis 0,11 für einseitige Tests). Für Technologieanbieter gilt, dass diese umso mehr FuE-Aktivitäten betreiben, je stärker diese die Wirkung von Klimapolitik auf ihre Kunden in 2012 und 2020 beurteilen. Insgesamt gesehen, sind die Wirkungen des EU Emissionshandels auf FuE und Adoptionsentscheidungen bisher jedoch eher gering (vgl. relativ geringe Werte für die meisten Korrelationskoeffizienten). Der Einfluss des EU-EH wird jedoch höher eingeschätzt, je höher der erwartete CO₂-Preis ist.
- *Effekte der Zuteilungsregeln:* Je größer die Unterausstattung mit Emissionsrechten, desto höher beurteilen die Emissionshandelsunternehmen die Relevanz des EU-EH für ihre Adoptionsaktivitäten und desto schneller werden Altanlagen modernisiert und erneuert. Gleichzeitig beschleunigt eine höhere Gratiszuteilung für Neuanlagen deren Adoption. Die Ergebnisse lassen allerdings nicht darauf schließen, dass die Höhe der Gratiszuteilung die Kapazität von Neuanlagen beeinflusst.

4.5.1.3 Regulatorische Unsicherheit

- Die Hypothese, wonach die Unsicherheit über zukünftige CO₂-Preise die Adoptionsaktivitäten hemmt, lässt sich nicht bestätigen.

4.5.1.4 Einfluss von Unternehmensspezifika

- *Aktivität:* Tendenziell lassen sich die Hypothesen zum Einfluss von Firmenspezifika auf die Wirkungen des EU-EH und von langfristigerer Klimapolitik eher für FuE-Aktivitäten als für Adoptionsaktivitäten bestätigen.

- *Position in Wertschöpfungskette (Value Chain):* EU-EH und langfristige Klimapolitik sind für FuE-Entscheidungen für Produzenten relevanter als für Technologieanbieter.
- *Unternehmensgröße:* Die Wirkung des EU-EH auf FuE- und Adoptionsaktivitäten ist für größere Unternehmen höher.
- *Strategische Relevanz:* Die Wirkung des EU-EH ist hinsichtlich der betrachteten Innovationsaktivitäten für Unternehmen, die den EU-EH bzw. Klimapolitik als strategisch wichtig erachten, höher. Die Wirkung des EH auf FuE bei Emissionshandelsunternehmen und Technologieanbietern in Industriesektoren (aber nicht im Stromsektor) ist stärker, wenn das Unternehmen über eigene Klimaziele verfügt und wenn die Geschäftsführung Klima als wichtig erachtet. Für Adoption gilt diese Wirkung allerdings nicht.
- *CO₂-Intensität/Kosten:* Die Wirkung des EU-EH auf FuE-Aktivitäten in Emissionshandelsunternehmen steigt mit dem Anteil der CO₂-Kosten an den Produktionskosten. Für Adoption und für Technologieanbieter konnte kein Einfluss der CO₂-Kosten auf die Wirkung des EU-EH festgestellt werden.

4.5.1.5 Einfluss von Kontextfaktoren

- *Interaktion des EU-EH mit anderen Politiken:* Der Einfluss des EU-EH auf Klimainnovationen der Emissionshandelsunternehmen und Technologieanbieter wird durch langfristige Klimapolitik verstärkt. Für FuE und für Investitionen in Neuanlagen durch Emissionshandelsunternehmen schwächt sich die Wirkung des EU-EH durch die politischen Rahmenbedingungen zur Kernenergienutzung ab. Für Emissionshandelsunternehmen zeigt sich eine positive Interaktion langfristiger Klimapolitik (aber nicht des EU-EH) mit FuE-Förderung auf nationaler wie EU-Ebene. Für Technologieanbieter ist – abgesehen von langfristiger Klimapolitik – keine Interaktion des EU-EH mit anderen Politiken statistisch signifikant. Darüber hinaus lässt sich für langfristige Klimapolitik lediglich eine positive Interaktion mit den politischen Rahmenbedingungen für KWK und Erneuerbare feststellen.
- *Interaktion des EU-EH mit der öffentlichen Meinung zu bestimmten Technologien:* Ob die öffentliche Meinung über Technologien mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH übereinstimmen spielt für die Relevanz von Klimapolitik und EU-EH in der Regel keine Rolle, und zwar weder für FuE- noch für Adoptionsaktivitäten. Lediglich die Relevanz von EU-EH für Modernisierung im Kraftwerksbereich ist negativ von der öffentlichen Meinung über Kernkraft beeinträchtigt.

4.5.2 Organisatorische Veränderungen

- *Relevanz:* Die Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass der EU Emissionshandel zur Einführung von neuen beziehungsweise der Anpassung bestehender Verhaltensroutinen und Geschäftsprozesse im Sinne einer expliziten Berücksichtigung von CO₂ als Kostenfaktor führt.

- *Position in Wertschöpfungskette (Value Chain)*: Bei Emissionshandelsunternehmen sind diese Veränderungen (mit Ausnahme von Etablierung von FuE Partnerschaften und Integration von CO₂-Preisen in FuE Planung) signifikant häufiger zu beobachten als bei Technologieanbietern. Für letztere spielen lediglich die Beschäftigung der Geschäftsleitung mit den Themen CO₂/Klimapolitik sowie die Integration des Faktors CO₂ in Investitionsrechnungen (jedoch nicht für FuE) eine nennenswerte Rolle.
- *Sektorale Unterschiede*: Der Stromsektor ist im Hinblick auf klimapolitisch relevante organisatorische Veränderungen aktiver, statistisch signifikante Unterschiede bestehen für die Zuordnung von Verantwortlichkeiten /Ernennung eines Koordinators für die Themen CO₂/Klimapolitik, FuE-Partnerschaften und die Integration von CO₂-Kosten in Zukunftsszenarien. Für Technologieanbieter lässt sich festhalten, dass die strategische Relevanz im Stromsektor statistisch signifikant höher ist als in den Industriesektoren.
- *CDM*: Knapp 50% der Emissionshandelsunternehmen machen von der Nutzung des CDM Gebrauch, statistisch signifikante sektorale Unterschiede sind allerdings nicht festzustellen.

4.5.2.1 Regulatorische Unsicherheit

- Unsicherheit über die *Zukunft des CDM* nach 2012 hemmt für ca. 40% der Befragten die Nutzung von CERs.

4.5.2.2 Einfluss von Firmenspezifika

- *Energiekosten*: Unternehmen, mit *höheren Energiekosten* (gemessen am Umsatz) führen eher organisatorische Veränderungen durch, die mit einer höheren strategischen Bedeutung von Klimapolitik einhergehen. Auf andere organisatorische Veränderungen oder auf die Nutzung von CERs hat die Höhe des Energiekostenanteils am Umsatz keinen statistisch signifikanten Einfluss.
- *Größere Unternehmen* haben CO₂ eher in die Geschäftsprozesse integriert als kleinere Unternehmen.
- *Strategische Relevanz von Klimapolitik und value chain Position*: Betrachtet man die organisatorischen Veränderungen, die die strategische Bedeutung von Klimapolitik widerspiegeln, lässt sich schlussfolgern, dass für Emissionshandelsunternehmen Klimapolitik strategisch wichtiger ist als für Technologieanbieter.
- *Unterausstattung*: Die Ausstattung an Emissionsrechten spielt für die Nutzung von CERs keine Rolle.

4.5.2.3 Einfluss von Kontextfaktoren

Die *Interaktion des EU-EH mit anderen Politiken oder mit der öffentlichen Meinung zu bestimmten Technologien* sind weitgehend ohne Einfluss auf die betrachteten organisatorischen Veränderungen.

Tabelle 4-19: Überblick Hypothesenprüfung

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen		EH-Unternehmen	
		Anlagenbauer		Neuanlagen	Modernisierung
		FuE			
1 Aktivitäten (FuE, Adoption Neuanlagen und Modernisierung)					
1.1 Genereller Einfluss von EU-EH und Klimapolitik					
1.	1. EU-EH (a) und langfristige Klimapolitik (b) spielen bei Entscheidungen über FuE und Adoption eine Rolle	☺		☺	☺
		☺			
1.a.	a. Für Adoptionsaktivitäten ist EU-EH relevanter als langfristige Klimapolitik	n.r.	☺		☺
1.b.	b. Für FuE ist langfristige Klimapolitik relevanter als EU-EH	☹	n.r.		n.r.
		☺			
1.c.	c. Neben EU-EH und langfristiger Klimapolitik gibt es weitere <i>wichtigere Faktoren</i> für CO ₂ -sparende Aktivität	☺	☺		☺
		☺			
2.	2. EU-EH (a) und langfristige Klimapolitik (b) verstärken CO ₂ -sparende Aktivität	☺	☺		☺
		a) ☺; b) ☺			
2.a.	a. Der EU Emissionshandel hat auf Aktivitäten für „bedrohte“ Technologien einen stärkeren Einfluss als für „angepasste“ Technologien	☺ UEH(S)+ TA(S)	☹ UEH (S)		☹ UEH (S)
2.b.	b. Die Wirkung des EU Emissionshandels (a) und der langfristigen Klimapolitik (b) ist im <i>Stromsektor stärker</i> als in den Industriesektoren	a) ☹ b) ☺	a) ☹ b) ☺	a) ☹ b) ☹	a) ☹ b) ☺
3.	3. Der EU Emissionshandel führt zu Produktinnovationen	☺ ☹	☺	☺	☺
5.	4. Der Strompreisanstieg infolge des EU-EH				
5.a.	a. führt zu Aktivitäten in stromsparende Technologien	☹ ☹	☹		☹
10.	5. Der CDM hat nur vernachlässigbaren Einfluss auf Aktivitäten	☺ ☺	☺		☺
1.2 Stringenz					
11.	6. Je höher die EUA-Preise , desto stärker die Wirkung des EU Emissionshandels auf Aktivitäten	☹ n.m.	☹		☺
11.a	a. <i>Langfristig erwartete</i> Preise sind dabei wichtiger als aktuelle Preise	☹ n.r.	☹		☹

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen		
		Anlagenbauer		
		FuE		
			Neuanlagen	Modernisierung
11.b	b. Wirkungen sind bisher gering	☺ ----- ☺	☺	☺
12.	7. Je stärker die Endkunden von Klimapolitik betroffen sind, desto höher die FuE-Aktivitäten der Anlagenbauer	n.r. ----- ☺	n.r.	n.r.
13.a	8. Die Zuteilungsregeln des EU Emissionshandels haben keinen Einfluss auf FuE	☺ ----- n.m.	n.r.	n.r.
14.	9. Die Wirkung des EU Emissionshandels auf Adoption ist umso stärker, je höher die realen EUA-Kosten	n.r.	☺	☺
15.	10. Eine <i>geringere Gratiszuteilung</i> beschleunigt Modernisierung und Investition in Neuanlagen	n.r.	☺/☺	☺
16.	11. Durch die Gratiszuteilung werden Neuinvestitionen vorgezogen	n.r.	☺	☺
17.	12. Je höher die Menge der Gratiszuteilung für Neuanlagen, desto größer die Anlagenkapazität	n.r.	☹	n.r.
1.3 Regulatorische Unsicherheit				
18.	13. Unsicherheit über CO₂-Preise hat hemmenden Einfluss auf Aktivitäten	☹ ----- n.m.	☹	☹
1.4 Einfluss von Firmenspezifika				
19.	14. Die Wirkung des EU-EH auf Aktivität ist umso größer , je			
19.a	a. höher die CO₂-Intensität des Technologieportfolios eines Unternehmens ist („bedrohte“ Technologien“).	☺ ----- n.m.	☹	☹
19.b	b. größer ein Unternehmen	☺ ----- ☺	☺	☺
19.c	c. innovativer ein Unternehmen	☺ ----- ☹	☹	☺
19.d	d. näher in der <i>Value Chain</i> das Unternehmen vom EU-EH betroffen ist	☺	n.r.	n.r.
19.e	e. eher der EU Emissionshandel / Klimapolitik als <i>strategisch wichtig</i> erachtet werden.	☺ ----- ☺	☺	☺
19.f	f. höher der Anteil der CO₂-Kosten an den Produkt(ions)kosten	☺ ----- n.r.	☹	☹
20.	15. Die Wirkung des EU-EH auf Aktivität wird verstärkt , wenn ein Unternehmen			

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen		
		Anlagenbauer		
		FuE	Neuanlagen	Modernisierung
20.a	a. über eigene <i>Klimaziele</i> verfügt	☺ ----- TA(I): ☺	☹	☹
20.b	b. über eine <i>Geschäftsführung</i> verfügt, für die Klima ein wichtiges Thema ist.	☺ ----- TA(I): ☺	☹	☹
1.5 Einfluss von Kontextfaktoren				
21.	16. Der Einfluss der Klimapolitik auf klimarelevante Aktivität wird verstärkt , wenn			
21.a	a. <i>andere Politiken</i> mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH übereinstimmen	☺: langfristige Klimapolitik und EU-EH (+); UEH(S): Atompolitik und EU-EH (-); UEH(S): Klimapolitik und FuE (national und EU) ----- ☺: EU-EH: TA(I): KWK-Politik ; Klimapolitik: Erneuerbare und FuE (natl., EU)	☺: langfristige Klimapolitik und EU-EH (+); UEH(S): Atompolitik und EU-EH (-); Klimapolitik und FuE Politik (national und EU)	☺: langfristige Klimapolitik und EU-EH (+); Klimapolitik und FuE Politik (national und EU)
21.c	b. die <i>öffentliche Meinung</i> über Technologien mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH übereinstimmen	☹ ----- ☹	☹	☹ ☺ (Atom für Strom)

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen	
		Technologieanbieter	
2 Organisatorische Änderungen			
22.	17. Der EU Emissionshandel führt zur Einführung von neuen und/oder Anpassung bestehender Verhaltensroutinen / Geschäftsprozesse im Sinne der expliziten Berücksichtigung von CO ₂ als Kostenfaktor.	☺ ☺	
22.a	a. Die organisatorischen Änderungen sind im <i>Stromsektor stärker</i> als in den Industriesektoren	UEH: ☹ ----- TA: ☹	TA+UEH: ☺
23.	18. Die Unternehmen machen von der Nutzung von CDM-Zertifikaten Gebrauch	☺ ----- n.r.	
2.1 Regulatorische Unsicherheit			
24.	19. Unsicherheit über Zukunft des CDM hemmt Nutzung von CERs	☺	
2.2 Einfluss von Firmenspezifika			

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen
		Technologieanbieter
25.	20. Die Integration von CO ₂ in die Ge- schäftsprozesse ist umso stärker ausgeprägt, je	
25.a	a. höher die <i>CO₂-Intensität</i> des Tech- nologieportfolios des Unternehmens	☺ (Strategie) ☹ (andere org. Veränd.) ----- n.r.
25.c	b. <i>größer</i> das Unternehmen	☺ ----- ☺
25.d	c. je näher in der <i>Value Chain</i> das Un- ternehmen vom EU-EH betroffen ist	☺
26.	21. Die Nutzung von CDM ist umso höher, je größer	
26.a	a. die <i>Unterausstattung</i> eines Anla- genbetreibers	☹ ----- n.r.
26.b	b. die <i>CO₂-Intensität</i> des Technologie- portfolios des Unternehmens	☹ ----- n.r.
2.3 Einfluss von Kontextfaktoren		
27.	22. Der Einfluss der Klimapolitik auf klima- relevante Aktivität wird verstärkt , wenn	
27.a	a. andere <i>Politiken</i> mit den Zielen von Klimapolitik und EU-EH <i>überein- stimmen</i>	☹
27.c	b. die <i>öffentliche Meinung</i> über Tech- nologien mit den Zielen von Klima- politik und EU-EH übereinstimmen	☹ ----- ☹

- n.r.: nicht relevant
n.m.: nicht möglich
UEH: Unternehmen, die verpflichtend am EU-EH-Teilnehmen
TA: Technologieanbieter
S: Stromerzeuger
I: Industriektoren
P: Papiersektor
☺: Hypothese nicht verwerfen
☹: Hypothese verwerfen
☹: Hypothese lässt sich nicht eindeutig verwerfen

Literatur Kapitel 4

- BVSE (2009): In der Krise zählen Verlässlichkeit und Seriosität, Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (Hrsg.), Bonn: Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.
- DEHSt (2009a): Emissionshandel 2008-2012: Verteilung der Zertifikate für die zweite Handelsperiode, Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle.
- DEHSt (2009b): Emissionshandel: Auswertung der ersten Handelsperiode 2005-2007, Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt).
- DEHSt (2009c): Kohlendioxidemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen im Jahr 2008, Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt).
- del Río González, P. (2005): Analysing the Factors Influencing Clean Technology Adoption: A Study of the Spanish Pulp and Paper Industry. In: *Business Strategy and the Environment*, 14 (1), S. 20-37.
- Destatis (2010): Jahresbericht für Betriebe im Verarbeitendem Gewerbe – Wirtschaftszweige (WZ2008 2-/3-/4-Steller) Deutschland.: Statistisches Bundesamt.
- Dierig, C. (2008): Energiekosten bringen Papierindustrie in Bedrängnis. In: *Die Welt*.
- Diermann, R. (2009): Kampf ums Altpapier. In: *Financial Times Deutschland: Financial Times Deutschland*.
- Dillman, D.A. (2006): Mail and Internet Surveys. The Tailored Design Method. In: *kA*.
- EFA – Effizienz-Agentur NRW (2005): Studie zu PIUS-Potenzialen in der papier- und kartonerzeugenden Industrie, Duisburg: Effizienz-Agentur NRW.
- European Commission (2003): Commission Recommendation of 6 May 2003 concerning the definition of micro, small and medium-sized enterprises (notified under document number C(2003) 1422) 2003/361/EC. *Official Journal of the European Union* L124/36-41.
- EUROSTAT (2009): Strompreise nach Art des Benutzers – [tsier040]; Haushalte mittlerer Größe: EU.
- EUROSTAT (2010): Combined Heat and Power (CHP) in the EU, Turkey, and Norway – 2008 data, 7/2010: EU.
- Ghosal, V.; Nair-Reichert, U. (2009): Investments in modernization, innovation and gains in productivity: Evidence from firms in the global paper industry. In: *Research Policy*, 38 (3), S. 536-547.
- Götz, B. (2007): Optimierung des Energieeinsatzes in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie. In: *ipw – Das Papier*, Nr. 12/2007, S. 43-48.
- Klein, S. (2009): Ressourcenverbrauch im Fokus. In: *Der Betriebsleiter* Nr. 8/ 2009.
- Muntzke, H.-P. (2004): Branchen-Report Papiergewerbe – Inbetriebnahme neuer Zellstofffabrik in Ostdeutschland verringert Importbedarf spürbar, Frankfurt am Main: Dresdner Bank AG.
- Muntzke, H.-P. (2005): Branchen-Report Papiergewerbe – Starkes Wachstum der Papierexporte nach Osteuropa., Frankfurt am Main: Dresdner Bank AG.

- Nathani, C. (2003): Modellierung des Strukturwandels beim Übergang zu einer materialeffizienten Kreislaufwirtschaft, Technik, Wirtschaft und Politik- Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Heidelberg: Physica-Verlag.
- OECD (2005): Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd edition, OECD (Hrsg.), Paris: OECD.
- OECD (2007): Environmental Policy and Corporate Behaviour, Johnstone, N. (Hrsg.), Cheltenham, Northampton: Edward Elgar Publishing Limited, Edward Elgar Publishing, Inc.
- Schleich, J.; Nathani, C.; Meyer, B.; Lutz, C. (2006): Endogenous technological change and CO₂-emissions – The case of energy-intensive industries in Germany Reihe Innovationspotenziale, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Schneider, D.; Vorwerk, J.; Rixen, W. (2000): Energieeinsatz bei der Papiererzeugung – Vergleich unter den Sorten. In: ipw – Das Papier, Nr. 10, S. 183-184.
- Schuld, P. (2009): Brancheninfo: Papier- und Zellstoffindustrie – Finanzmarktkrise erreicht Papierindustrie Jahresbericht 2008 mit Ausblick für 2009, Hannover: Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie Energie.
- Sorrell, S.; Schleich, J.; O'Malley, E.; Scott, S. (2004): The Economics of Energy Efficiency: Barriers to Cost-Effective Investment. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Statistisches Bundesamt (2009): Das Statistische Jahrbuch 2009, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Thollander, P.; Ottosson, M. (2008): An energy efficient Swedish pulp and paper industry-exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments. In: Energy Efficiency, 1 (1), S. 21-34.
- UBA (2010): NAP-Tabelle Deutschland 2008-2012 (Stand November 2009): Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt.
- VDP (2000): Emissionshandel – Position der Deutschen Papierindustrie, Bonn: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
- VDP (2008): Monitoring-Bericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie zur Reduzierung des spezifischen Kohlendioxidausstoßes aus fossilen Energieträgern 8. Zwischenbericht der dt. Zellstoff- und Papierindustrie, Bonn: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
- Zittel, W. (2010): Worldwide estimated yearly energy Costs: Energy Watch Group.

5 Abschätzung des Marktpotentials für baden-württembergische Unternehmen

5.1 Ziel der Untersuchung

Mit der Abschätzung des Marktpotentials, das sich aus klimapolitischen Instrumenten für baden-württembergische Unternehmen ergibt, wird einerseits Aufschluss über die Wettbewerbsstärke Baden-Württembergs (BW) bei CO₂-armen Technologien in den Sektoren Energieerzeugungstechnologien (EET), Papier- und Zementanlagenbau gegeben, andererseits wird die mögliche künftige Entwicklung des sich aus dem Clean Development Mechanism (CDM) – hier beispielhaft herausgegriffen als klimapolitisches Instrument – ergebenden Marktes aufgezeigt. Damit lässt sich darstellen, wie gut Baden-Württembergs Unternehmen hinsichtlich marktbasierter klimapolitischer Maßnahmen, die künftig noch mehr an Bedeutung gewinnen werden, aufgestellt sind. Darüber hinaus wird eine Methodik entwickelt, um Marktpotentiale zu identifizieren, die der CDM bis zum Jahr 2020 besonders baden-württembergischen Unternehmen der drei im Fokus stehenden Sektoren bietet.

Die vorangegangenen Kapitel haben sich sowohl mit Technologieanbietern als auch mit Herstellern von Strom, Papier und Zement beschäftigt. Die folgende Analyse soll sich nun auf die Technologieanbieter bzw. Anlagenbauer der drei bisher schon im Mittelpunkt stehenden emissionsintensiven Industrien konzentrieren. Grund dafür ist, dass Baden-Württemberg durch seine Stärke im Maschinen- und Anlagenbau gerade dort von klimapolitischen Maßnahmen, die zukünftig immer mehr an Bedeutung gewinnen werden, abhängig ist.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden zunächst die Methodiken der Patent-, Außenhandels- und CDM-Marktanalyse erläutert, bevor in Abschnitt drei die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt werden. In Abschnitt vier werden diese Ergebnisse zusammengefasst sowie interpretiert und diskutiert.

5.2 Methodik

Um die Marktchancen zu analysieren, die sich aus den neuen klimapolitischen Instrumenten für baden-württembergische Unternehmen ergeben, wird ein dreistufiger Ansatz verfolgt. Zunächst wird die technologische und wettbewerbliche Stärke Baden-Württembergs in den drei ausgewählten Sektoren untersucht. Im zweiten Schritt wird die Größe des CDM-Marktes heute und im Jahr 2020 abgeschätzt. Schließlich werden die Ergebnisse dieser Analyse im dritten Schritt zusammengeführt und erste Hinweise darauf gegeben, wie gut Baden-Württemberg das sich bietende Marktpotential des CDM künftig möglicherweise zu nutzen imstande ist.

5.2.1 Patente

Patent- und Außenhandelsdaten als Indikatoren für technologische Leistungsfähigkeit und internationale Wettbewerbsfähigkeit sind geeignete Indikatoren zur Darstellung der wirtschaftlichen Stärke von Unternehmen (Marscheider-Weidemann et al. 2008). Aufgrund ihrer Aussagekraft und ihrer Datenverfügbarkeit erscheinen sie auch für diese Studie als geeignetstes Analyseinstrument.

Patente bilden das technische Wissen und damit die technologische Leistungsfähigkeit von Firmen ab und gelten als Maß für die Innovativität von Unternehmen, ganzen Branchen, aber auch von Regionen. Sie quantifizieren den Innovationsoutput, der erst einige Zeit später am Markt „ökonomisiert“ werden kann. Aus diesem Grund sind Patente auch Frühindikatoren für die künftige Performance von Unternehmen am Markt (Grupp 1998).

Nachdem die Technologien, die den drei Sektoren angehören, in der internationalen Patentklassifizierung identifiziert waren, wurden zur möglichst aussagekräftigen Darstellung der Leistungsfähigkeit der baden-württembergischen Energieerzeugungstechnologie-, Papieranlagen- und Zementanlagenindustrie verschiedene Indikatoren berechnet. Sie basieren auf Patentanmeldungen zwischen den Jahren 2000 und 2008:

- Zunächst wurden die absoluten jährlichen Anmeldungen in Baden-Württemberg, Deutschland und weltweit betrachtet. Sie wurden miteinander verglichen, d. h. die Patentanteile berechnet, die die jeweils kleinere Region an der größeren hat. Außerdem wurde die Entwicklung dieser Anteile über die Zeit erfasst.
- Diese Methode hat jedoch ihre Schwächen: beim Vergleich absoluter Patentzahlen fehlt eine geeignete Bezugsgröße (z. B. Patente pro Einwohner, pro Euro Wertschöpfung). Daher wurden zusätzlich so genannte relative Patentanteile (RPA) betrachtet, die angeben, wie patentstark ein bestimmter Sektor eines Landes bzw. einer Region im Vergleich zum Rest der Sektoren dieses Landes/ dieser Region ist (Marscheider-Weidemann 2008), d. h., ob dieser Sektor eine über- bzw. unterdurchschnittliche technologische Spezialisierung aufweist.

$$RPA = 100 * \operatorname{tanhyp} * \ln \frac{\frac{\text{Patente}_{\text{SektorLand}}}{\text{Patente}_{\text{SektorWelt}}}}{\frac{\text{alle Patente}_{\text{Land}}}{\text{alle Patente}_{\text{Welt}}}}$$

Der RPA gibt den Anteil der Patente eines Landes in einem spezifischen Sektor an den weltweiten Patenten in diesem Sektor verglichen mit dem Anteil aller Patente des Landes an allen weltweiten Patenten an. Durch die Bildung des natürlichen Logarithmus (ln) des Doppelbruchs sowie die Multiplikation mit dem Tangens Hyperbolicus (tanhyp) und mit 100 wird der Wert auf das Intervall zwischen -100 und +100 normiert. Da RPA ein relatives Maß darstellen, können sie problemlos für unterschiedliche Raumordnungsebenen verglichen werden (Marscheider-Weidemann 2008).

Die den Analysen zugrunde liegenden Patente wurden beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA), beim Europäischen Patentamt (EP) und bei der World Intellectual Property Organization (WIPO) angemeldet. Für die drei untersuchten Sektoren wurden im Falle Baden-Württembergs alle Patente, die im Zeitraum von 2000 bis 2008 beim DPMA angemeldet wurden, betrachtet, während für Deutschland beim DPMA und dem EP erfasste Patente berücksichtigt wurden und die beim EP und der WIPO registrierten im Falle der weltweiten Anmeldungen. Zur möglichst vollständigen Erfassung der den Sektoren zugehörigen Patente wurden die Technologien, die diese Sektoren ausmachen, mit Hilfe der Datenbank MIMOSA (European Patent Office 2009) identifiziert, z. B. wurde der Papieranlagenbau als Schnittmenge von Papier- und Maschinenbaupatenten bestimmt. Anschließend wurde für jeden Sektor die Anzahl der angemeldeten Patente aus den Datenbanken PATDPA für DPMA-Patente (FIZ Karlsruhe 2009), EPPATENT für EP-Patente (Questel-Orbit 2009a) und WOPATENT für WIPO-Patente (Questel-Orbit 2009b) gefiltert.

Berücksichtigt wurde bei dieser Analyse, dass nur Patente, die aus der gleichen Anmeldestelle stammen, miteinander verglichen werden können. Folglich kann ein Vergleich baden-württembergischer mit den weltweiten Patenten nur indirekt stattfinden, nämlich indem man erstere zunächst mit den deutschen beim DPMA angemeldeten Patenten vergleicht, und anschließend die deutschen bei EP und WIPO erfassten Patente in Relation zu den weltweiten, ebenfalls bei EP und WIPO angemeldeten, setzt. Zur Übereinstimmung der Anzahl der deutschen Anmeldungen beim DPMA einerseits und bei EP und WIPO andererseits bleibt anzumerken, dass diese für Sektoren, die wie die hier untersuchten stark im internationalen Wettbewerb stehen, weitgehend gegeben sein dürfte. Grund dafür ist, dass Unternehmen das geistige Eigentum an einer Neuerung nicht nur vor der nationalen, sondern vor allem auch der internationalen Konkurrenz schützen möchten.

5.2.2 Außenhandel

Die Analyse von Außenhandelsdaten wie Exporten gibt Aufschluss über die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Produkten und Prozessen eines Sektors oder Landes und stellt somit eine ideale Ergänzung zur Patentdatenanalyse dar, die auch als Indikator für die *potentielle* Wettbewerbsfähigkeit der Sektoren gesehen werden kann. Mittels Import- und Exportdaten Baden-Württembergs und Deutschlands sowie Welthandelsvolumina wurden sowohl Welthandelsanteile als auch die Maßzahl Revealed Comparative Advantage (RCA) berechnet. Datengrundlage waren monetäre Export- und Importwerte, die aus der UN-Datenbank Comtrade (United Nations 2009) für Deutschland und die Welt, sowie für Baden-Württemberg vom statistischen Landesamt (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2009) bezogen wurden. Solche Werte liegen im so genannten Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik (WA) für ein-

zelne Technologien in verschiedenen Detailgraden vor. Die für die betrachteten Sektoren relevanten Technologien wurden somit im ersten Schritt identifiziert und anschließend die Summe ihrer Ex- und Importwerte als Außenhandelswerte für die jeweiligen Sektoren gebildet. Berechnet wurden im Folgenden der Anteil Baden-Württembergs an den deutschen Exporten sowie die Anteile der baden-württembergischen und der deutschen Exporte am Welthandel, und zwar sowohl sektorspezifisch als auch insgesamt. Damit kann die *absolute* Außenhandelsstärke Baden-Württembergs und Deutschlands beurteilt werden. Allerdings lässt dieser Indikator u. a. Importe und das Niveau der Integration in den Außenhandel außer Betracht und ist nicht vergleichbar für verschiedene Raumordnungsebenen, da eine Bezugsgröße, wie z. B. die Einwohnerzahl, fehlt (Marscheider-Weidemann 2008). Deshalb wurde weiterhin auch der RCA berechnet, der diese Schwächen vermeidet: Er gibt an, inwieweit die Ausfuhrüberschüsse einer bestimmten Produktgruppe von denen aller Industriesektoren in einem Land abweichen, also wie gut ein Sektor im landesweiten Vergleich mit anderen Sektoren ist.

$$RCA = 100 * \tanhyp * \ln \frac{\frac{EX_{SektorLand}}{IM_{SektorLand}}}{\frac{alle EX_{Land}}{alle IM_{Land}}}$$

Der RCA ist ebenso wie der RPA zwischen -100 und +100 normiert. Falls RCA=0, stimmt das Export-Import-Verhältnis dieses Sektors mit dem aller Sektoren überein, d. h. es gibt weder komparative Vor- noch Nachteile. Bei positivem RCA hat der Sektor komparative Vorteile – im Vergleich zu anderen Sektoren wird dort mehr exportiert als importiert; ein negativer RCA weist auf komparative Nachteile hin.

5.2.3 CDM-Markt

Im Anschluss an die Analyse der Patent- und Außenhandelsdaten wird der CDM beispielhaft als klimapolitisches Instrument herausgegriffen und seine gegenwärtige und künftige Marktentwicklung abgeschätzt. Dazu werden Daten aus der CDM-Projektbank der UNFCCC (UNFCCC 2009a), die sämtliche beim Klimasekretariat beantragten Projekte erfasst, sowie der Projektzusammenstellung von UNEP Risoe (UNEP Risoe 2010) herangezogen.

Der CDM ist ein im Kyoto-Protokoll verankerter flexibler Mechanismus, der zur Minderung von CO₂-Emissionen beitragen soll. Mittels des CDM können nicht nur Industrie- und Transformationsländer, sondern auch Unternehmen (Europäische Union 2004) so genannte Emissions-Reduktions-(ER-) Zertifikate erwerben und auf ihre eigenen Emissionsverpflichtungen anrechnen lassen. Sie investieren dafür in einem Entwicklungs- oder Schwellenland in ein emissionssparendes Projekt, wobei die Differenz der CO₂-Einsparungen zum Baseline-Szenario in diesem Gastland dem Investor gutgeschrieben wird (Betz et al. 2005). Bis ein CDM-Projekt tatsächlich umgesetzt werden kann,

durchläuft es mehrere Schritte im Registrierungsprozess: Die Projektidee wird zunächst in einem so genannten Project Design Document (PDD) dokumentiert, anschließend validiert und schließlich wird das Projekt registriert (Deutsche Emissionshandelsstelle 2010).¹²³

Projekte können ab dem Jahr 2000, gegebenenfalls rückwirkend, berücksichtigt werden. Die bisher wichtigsten CDM-Gastländer sind China mit 36 % aller CDM-Projekte sowie Indien mit 24 %, während europäische Unternehmen die bedeutendsten Investoren darstellen. Investiert wird zum allergrößten Teil in Projekte aus dem Energiesektor (60 %) – andere Industriezweige wie Abfall/ Recycling (17 %) oder auch die verarbeitende Industrie (5 %) weisen deutlich geringere Investitionsaktivitäten auf (UNFCCC 2010).

5.2.3.1 Abschätzung des aktuellen Marktvolumens

Für die Abschätzung der CDM-Marktgröße wird davon ausgegangen, dass die Anzahl registrierter Projekte als Indikator für das CDM-Angebot gesehen werden kann, das letztlich die Größe des Marktes bestimmt. Daher wird die Marktgröße als Summe der monetären Investitionsvolumina der einzelnen registrierten Projekte definiert. Dazu wurde zunächst basierend auf schon registrierten Projekten in den zu untersuchenden Sektoren Energieerzeugungstechnologien, Papier- und Zementanlagenbau die durchschnittliche Investitionssumme pro Projekt errechnet. Weiterhin wurde die Anzahl nicht nur der bisher registrierten, sondern auch der mit 95 % gewichteten noch in Validierung befindlichen Projekte¹²⁴ für jeden der drei Sektoren erfasst. Durch Multiplikation der gewichteten durchschnittlichen Investitionssumme pro Projekt mit der Anzahl der CDM-Projekte wurde die monetäre Größe des gesamten und der drei sektorspezifischen CDM-Märkte ermittelt. Einerseits geschah dies kumuliert bis zur Gegenwart (Stand 01.02.2010), andererseits auf Basis der jeweils jährlich registrierten Projekte zwischen 2005 und 2009.

¹²³ Allerdings werden nicht alle Projekte, die für die Teilnahme am CDM eingereicht werden, tatsächlich auch registriert. Dafür ist das Kriterium der Zusätzlichkeit (Additionality) notwendig, d. h. es müssen Aktivitäten stattfinden, die zu CO₂-Einsparungen führen, die ohne den Anreiz der Zertifikatsvergabe nicht durchgeführt worden wären (Betz et al. 2005).

¹²⁴ Die Wahrscheinlichkeit, mit der ein in Validierung befindliches Projekt tatsächlich auch registriert wird, beträgt ungefähr 95 %. Somit führt die Einbeziehung dieser kurz vor der Registrierung befindlichen Projekte zu einem genaueren Bild der kumulierten Größe des CDM-Marktes.

5.2.3.2 Abschätzung des zukünftigen Marktvolumens

Die Größe des CDM-Marktes im Jahr 2020 wird folgendermaßen abgeschätzt: Mithilfe des Analysetools ClimStrat¹²⁵ wird die Menge an CDM-Zertifikaten abgeschätzt, die Entwicklungs- und Schwellenländer im Jahr 2020 auf dem Markt anbieten werden. Die Abschätzung basiert auf den unter dem Kopenhagen Akkord (United Nations Framework Convention on Climate Change 2009) eingereichten Zielen für Industrie- und Entwicklungsländer. Annahmegemäß müssen Entwicklungsländer zunächst ihre freiwilligen Ziele erreichen. Nur darüber hinausgehende Emissionsminderungen werden als CDM-Zertifikate berücksichtigt. Um die Schwierigkeiten bei der Umsetzung von CDM-Projekten abzubilden, wird angenommen, dass nur 40 % des technisch und ökonomisch machbaren Minderungspotentials in Form von CDM-Zertifikaten realisiert werden kann. Das so erhaltene „CDM-Angebot“ der Entwicklungs- und Schwellenländer in Tonnen CO₂-Äquivalent (t CO₂-Äqu.) wird dann mit der durchschnittlichen Investitionssumme pro t CO₂-Äqu. multipliziert (diese wird mit entsprechenden vorliegenden Daten der drei Sektoren berechnet). Im Ergebnis erhält man eine Abschätzung für einen Investitionswert in CDM-Projekte im Jahr 2020 und damit ein Maß für die CDM-Marktgröße. Dieses basiert – neben den Annahmen, die dem Modell ClimStrat zugrunde liegen – allerdings auf eng gesetzten Rahmenbedingungen: Beispielsweise wird davon ausgegangen, dass der CDM nach 2012 nicht wesentlich verändert oder ausgebaut wird, sondern auch weiterhin in seiner jetzigen Form existiert. Desweiteren bestehen Unsicherheiten, wie sich Anzahl und durchschnittliche Investitionssumme der CDM-Projekte nach 2012 entwickeln werden, da noch kein verbindliches Nachfolgeabkommen für das Kyoto-Protokoll, in dem der CDM institutionell verankert wäre, existiert.

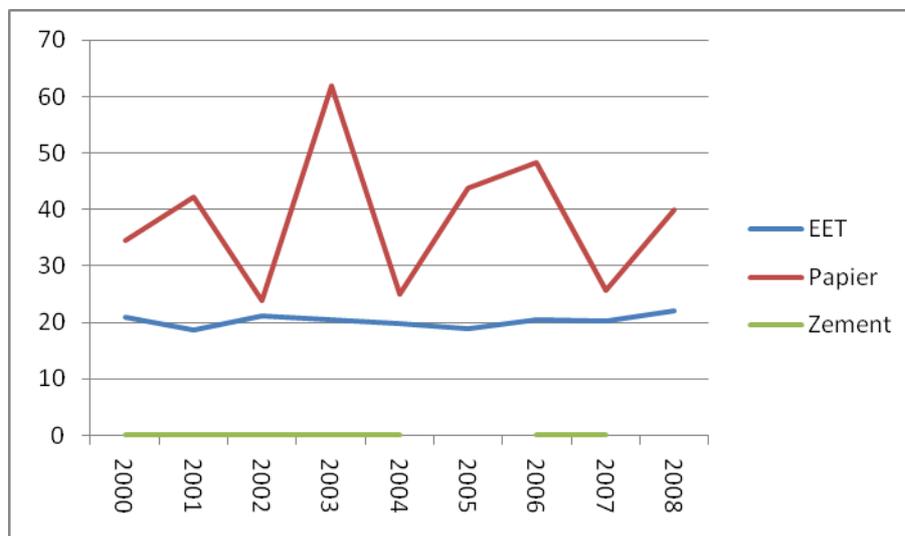
5.3 Ergebnisse

5.3.1 Patentanalyse

Die Analyse der Patente, die zwischen 2000 und 2008 angemeldet wurden, ergab für Baden-Württemberg vergleichsweise hohe Patentanteile. Innerhalb Deutschlands ist es das mit 25-30 % aller Anmeldungen im Zeitraum zwischen 2000 und 2008 patentstärkste Bundesland vor Bayern (Deutsches Patent- und Markenamt 2006). Desweiteren ist BW besonders im Papieranlagenbau außergewöhnlich innovativ. Im Untersuchungszeitraum kamen teilweise deutlich mehr als 50 % der Patente dieses Sektors aus Baden-Württemberg, und auch bei den EET sind es immerhin noch ein Fünftel aller deutschen Anmeldungen (Abbildung 5-1).

¹²⁵ Bei ClimStrat handelt es sich um ein am Fraunhofer ISI entwickeltes Modell zur Analyse internationaler Klimaabkommen.

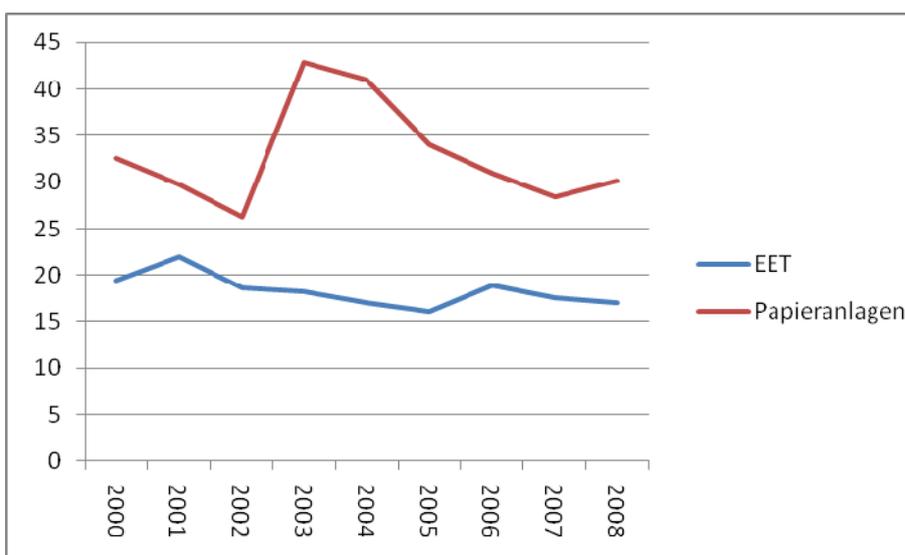
Abbildung 5-1: Anteil der Patente aus Baden-Württemberg an den deutschen Anmeldungen (in %)



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von EP/WIPO

Betrachtet man den Anteil deutscher an den weltweiten Patenten, ergeben sich ähnliche Beobachtungen in diesen beiden Sektoren: Ca. 30 bis 40 % der weltweiten Patente im Papieranlagenbau stammen von deutschen Anmeldern, wobei es bei EET ungefähr 20 % sind, hier allerdings mit leicht abnehmender Tendenz (Abbildung 5-2).

Abbildung 5-2: Anteil der Patente aus Deutschland an den weltweiten Anmeldungen (in %)



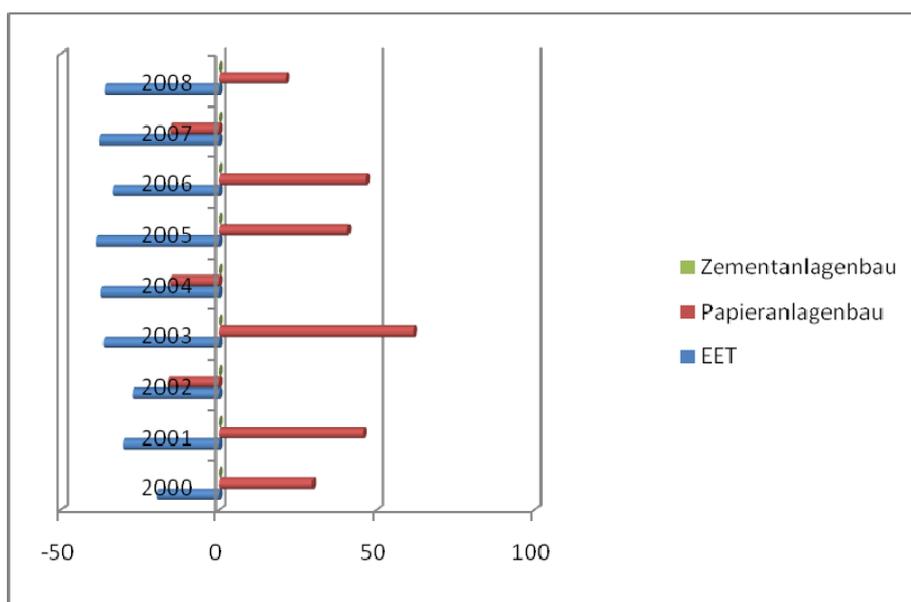
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von EP/WIPO

Dies bedeutet, dass sowohl Baden-Württemberg als auch Deutschland über eine sehr hohe technologische Leistungsfähigkeit bei den Anlagen zur Papierherstellung und – in etwas geringerem Ausmaß – auch bei den EET verfügen.

Was Patente im Zementanlagenbau angeht, so lässt sich beobachten, dass dort im betrachteten Zeitraum keinerlei Anmeldungen aus Baden-Württemberg zu verzeichnen sind, was einerseits auf eine geringe technologische Wissensbasis, andererseits aber auch auf die beobachteten allgemein sehr geringen Patentanmeldungen in diesem Sektor zurückzuführen sein könnte. So waren deutsche und weltweite Patentanmeldungen beim EP und der WIPO im betrachteten Zeitraum meist so gering und gleichzeitig so stark schwankend, dass mit diesen Daten keine verlässlichen Aussagen getroffen werden können. Daher wird auf die grafische Darstellung des deutschen Anteils an Zementpatenten in der Abbildung 5-2 verzichtet.

Baden-Württembergs Papieranlagenbau sticht mit seinem RPA ebenfalls heraus. Der in den meisten der untersuchten Jahre stark positive Wert verdeutlicht, dass dieser Sektor verglichen mit den anderen des Bundeslandes stark überdurchschnittlich innovativ ist, was vor dem Hintergrund der ohnehin schon hohen Patentaktivität Baden-Württembergs die Stärke der Branche dort unterstreicht. Trotz ihrer absolut recht großen Anzahl an Patentanmeldungen impliziert der durchweg negative RPA der EET eine unterdurchschnittliche Innovativität dieses Sektors im baden-württembergischen Vergleich. Dies bedeutet, dass der Patentanteil anderer BW-Sektoren in Deutschland immer noch höher ist. Da im untersuchten Zeitraum im Zementanlagenbau keinerlei Patente in BW angemeldet wurden, sind die RPA für diesen Sektor folglich Null (Abbildung 5-3).

Abbildung 5-3: RPA der 3 Sektoren in BW (im Vergleich zu Deutschland)

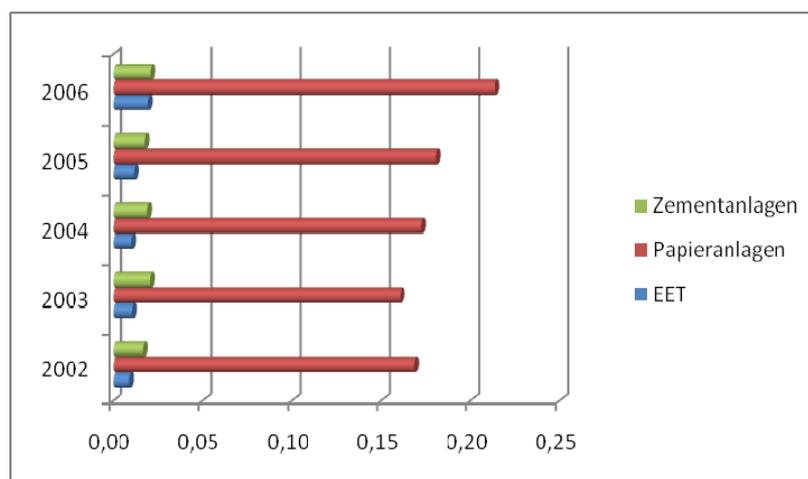


Zusammenfassend für Baden-Württemberg bleibt festzuhalten, dass der Papieranlagenbau außerordentlich innovativ ist, dass bei den EET absolut zwar viel patentiert wird, aber vergleichsweise weniger als in anderen Sektoren des Bundeslandes, und dass der Zementanlagenbau hinsichtlich Innovationen sehr schwach ist¹²⁶, was auf die geringe Anzahl an Unternehmen in BW und die allgemein sehr geringen Patentaktivitäten dieses Sektors zurückgeführt werden könnte.

5.3.2 Außenhandelsanalyse

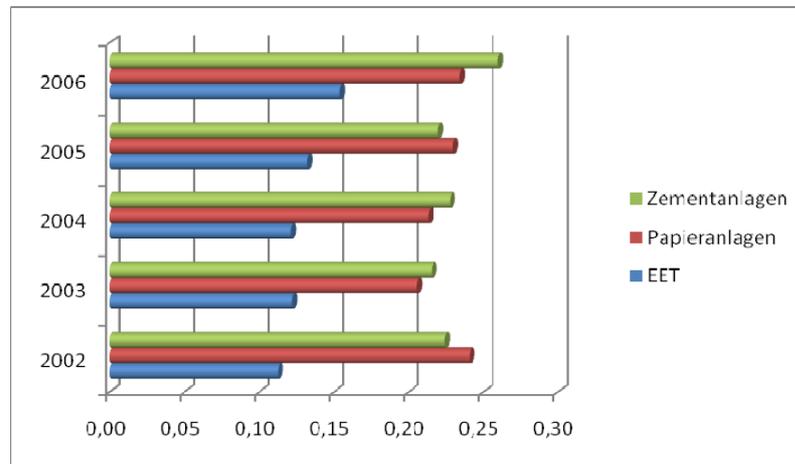
Ähnlich wie bei der Patentanalyse schneidet Baden-Württemberg auch bei der Analyse von Außenhandelsdaten sowohl national als auch international überaus gut ab. Der Anteil der BW-Exporte an den Ausfuhren Deutschlands liegt im Mittel der Jahre 2006 bis 2008 bei 15 bis 16 % (Destatis 2009). Das Bild in den untersuchten Sektoren ist diversifizierter: Im Papieranlagenbau kommen zwischen 2002 und 2006 70 bis 90 % aller Exporte aus BW – damit ist das Bundesland das bei weitem exportstärkste in diesem Sektor und folglich nicht nur deutscher Technologie-, sondern auch Wettbewerbsführer. Darüber hinaus beträgt der Welthandelsanteil allein der baden-württembergischen Papieranlagenindustrie zwischen 15 und 20 %, so dass sie auch international zu den führenden zählen dürfte. Bei den EET und dem Zementanlagenbau stammen jedoch nur 5 bis 10 % der deutschen Exporte aus Baden-Württemberg, und ihre Welthandelsanteile liegen bei 1 bis 2 %, was nicht auf eine sonderlich hohe Wettbewerbsfähigkeit schließen lässt.

Abbildung 5-4: Welthandelsanteile baden-württembergischer Industriesektoren



¹²⁶ Die Tatsache, dass im untersuchten Zeitraum keinerlei Patente angemeldet wurden, muss nicht zwangsläufig bedeuten, dass es keine Innovationen gibt: Nicht alle Neuerungen werden von den Unternehmen patentiert – es existieren auch andere Möglichkeiten, neues Wissen ökonomisch zu nutzen, wie z. B. Geheimhaltung oder Ausnutzen eines technologischen Vorsprungs (Grupp 1998).

Abbildung 5-5: Welthandelsanteile deutscher Industriesektoren



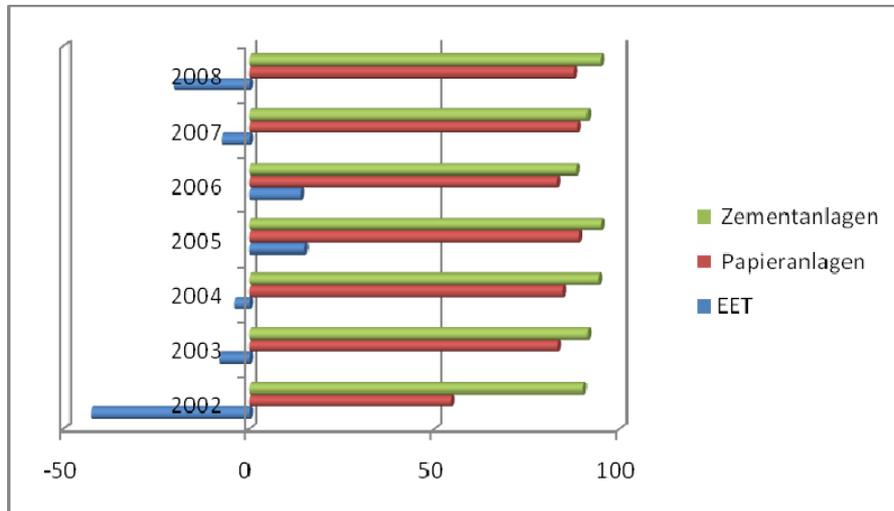
Ein Vergleich der Welthandelsanteile Baden-Württembergs (Abbildung 5-4) mit denen Deutschlands (Abbildung 5-5) verdeutlicht noch einmal die Wettbewerbsposition der baden-württembergischen Industrie: Während fast alle deutschen Exporte des Papieranlagenbaus aus BW kommen, ist Deutschland als Ganzes in den EET und im Zementanlagenbau deutlich wettbewerbsstärker.

Der RCA, der von absoluten Export- und Importwerten losgelöst ist und den relativen Vor- bzw. Nachteil eines Sektors bei der Produktion von Gütern im Vergleich zu anderen Sektoren innerhalb eines Landes angibt, bestätigt die hohe Export- und damit Wettbewerbsstärke des baden-württembergischen Papieranlagenbaus. Der durchweg stark positive dimensionslose Wert zwischen 80 und 90 deutet auf sehr hohe komparative Vorteile Baden-Württembergs in diesem Industriezweig hin. Da der RCA bei den EET zwischen positiven und negativen Werten schwankt, lässt sich daraus keine generelle Aussage zu komparativen Vor- oder Nachteilen ableiten, während der Indikator im Zementanlagenbau auffällig hoch ist (90 bis 95) und starke komparative Vorteile impliziert. Letzteres überrascht im Vergleich mit den bisherigen Ergebnissen und stellt sich nach genauerer Betrachtung als Verzerrung heraus: Die absoluten Werte für Exporte und Importe bewegen sich auf sehr geringem Niveau, jedoch übersteigen die Ausfuhren die Einfuhren um ein Vielfaches, was die Export-Import-Relation so groß werden lässt und folglich den hohen RCA erklärt. Zur besseren Veranschaulichung sind diese Ergebnisse in Abbildung 5-6 graphisch dargestellt.

Die Analyse der RCA für Deutschland insgesamt ergab die vergleichsweise größten komparativen Vorteile für den Zementanlagenbau (85 bis 95), d. h. dort ist das Export-Importverhältnis wesentlich größer als der deutsche Durchschnitt. Deutlich positive Werte ergeben sich auch für die Papieranlagenindustrie (50 bis 70), wohingegen, ähnlich wie bei BW, keine eindeutige Einschätzung für den EET-Sektor getroffen werden kann. Für Deutschland als Ganzes zeigt sich also, dass es starke internationale Wett-

bewerbspositionen im Papier- und Zementanlagenbau hat, während die EET nicht zu den kompetitivsten Sektoren des Landes zählen.

Abbildung 5-6: RCA baden-württembergischer Industriesektoren



Insgesamt bleibt festzuhalten, dass der baden-württembergische Papieranlagenbau mit seinen hohen Welthandelsanteilen und seinen großen komparativen Vorteilen eine starke Position im internationalen Wettbewerb innehat. Die EET hingegen sind bezüglich ihres Anteils an den deutschen Exporten und ihres RCA eher durchschnittlich zu bewerten und die Außenhandelsaktivitäten des Zementanlagenbaus bewegen sich auf so geringem Niveau, dass sie fast vernachlässigbar sind.

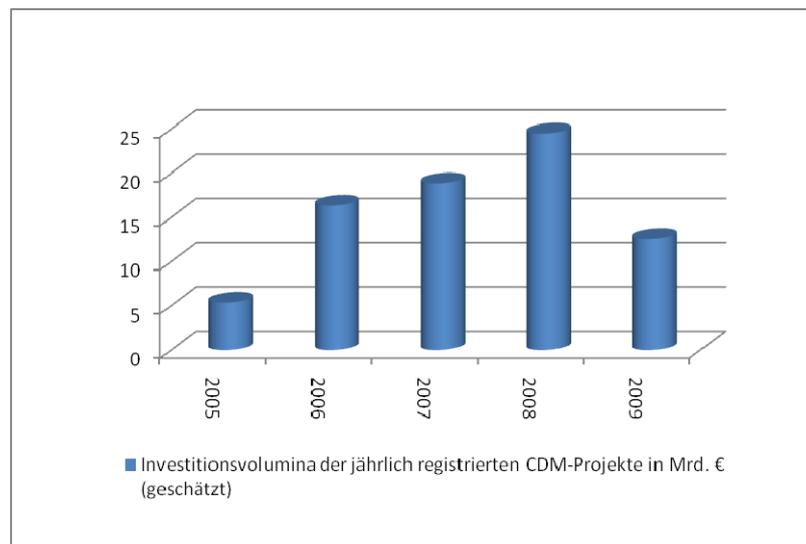
5.3.3 Abschätzung der Größe des CDM-Marktes und seiner weiteren Entwicklung

5.3.3.1 Abschätzung des aktuellen Marktvolumens

Die Abschätzung der Größe des bisherigen CDM-Marktes, berechnet als kumuliertes monetäres Investitionsvolumen der Projekte, ergibt einen Wert von 171 Milliarden Euro. Wie oben schon erläutert, umfasst dies sämtliche CDM-Projekte, die bis Januar 2010 registriert wurden, sowie die sich noch in Validierung befindlichen Projekte, die mit einer Gewichtung von 95 % in die Berechnungen eingehen. Von diesem Investitionswert sind allein 54 % oder 92 Milliarden Euro den EET zuzuordnen, die damit auch den derzeit größten Anteil am CDM-Markt stellen. Dagegen beträgt der Anteil von CDM-Projekten im Zementsektor lediglich 0,23 % (394 Millionen Euro) und der von Projekten in der Papierindustrie noch geringere 0,014 % (24 Millionen Euro). Daraus lässt sich schließen, dass der CDM bis zum jetzigen Zeitpunkt die relativ größten Marktchancen für EET bietet.

Zusätzlich wird eine Maßzahl für die jährliche CDM-Marktgröße berechnet, die sich aus allen pro Jahr neu registrierten Projekten ergibt. Demnach hatte der CDM-Markt im Jahr 2007 eine Größe von 18,9 Milliarden Euro, 2008 waren es 24,5 Milliarden Euro und 2009 12,6 Milliarden Euro (siehe Abbildung 5-7). Für den EET-Sektor ergibt sich gemäß seines CDM-Marktanteils ein Markt von 6,8 Milliarden Euro im Jahr 2009, für den Zementanlagenbau sind es 29 Millionen Euro und für den Papieranlagenbau 1,8 Millionen Euro.

Abbildung 5-7: Jährliche CDM-Marktgrößen 2005 bis 2009



Der starke Rückgang des CDM-Investitionsvolumens im Jahr 2009 ist im Wesentlichen auf zwei Aspekte zurückzuführen: Zum Einen waren die Finanz- und Wirtschaftskrise und damit zusammenhängende mangelnde Finanzierungsmöglichkeiten dafür verantwortlich, zum Anderen die wachsende Unsicherheit über die Zukunft dieses klimapolitischen Instruments nach 2012 (World Bank 2009).

5.3.3.2 Abschätzung des Marktvolumens für das Jahr 2020

Die Berechnungen mittels des Analysetools ClimStrat ergaben, dass die Entwicklungs- und Schwellenländer im Jahr 2020 660 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent auf dem CDM-Markt anbieten werden. Multipliziert man dieses CO₂-Angebot mit dem durchschnittlichen Investitionsvolumen pro eingesparter Tonne CO₂-Äquivalent, erhält man eine geschätzte Marktgröße des CDM im Jahr 2020 von 13 Milliarden Euro.

Um eine konkrete Vorstellung über die sich aus dem CDM ergebenden Marktchancen für BW im Jahr 2020 zu erhalten, wurden die für 2020 geschätzten Patent- und Export-

anteile Baden-Württembergs an den weltweiten Volumina¹²⁷ jeweils an der absoluten CDM-Marktgröße 2020 (13 Milliarden Euro) gemessen. Dies wurde auch für Deutschland getan, wobei diese Zahlen hier nicht näher erläutert werden sollen. Die Ergebnisse der Abschätzung der Investitionssumme in CDM-Projekte, die BW und Deutschland zukünftig durchführen werden, sind in Tabelle 5-1 dargestellt.

Tabelle 5-1: Schätzung der CDM-Marktanteile Baden-Württembergs und Deutschlands für das Jahr 2020

	nach Patentanteilen (in Mio. €)		nach Exportanteilen (in Mio. €)	
	BW	Deutschland	BW	Deutschland
EET	471	2.354	157	1.674
Zement	0	4.316	248	2.995
Papier	795	2.092	2.341	2.943

Die Berechnung des Anteils am CDM-Markt auf Basis der Exportanteile impliziert, dass ein bestimmter Sektor einer Region in dem Maße Marktchancen im CDM hat, wie auch seine Anteile am Welthandel sind. Demnach wären die sich für BW aus dem CDM ergebenden Marktchancen im Jahr 2020 für die einzelnen Sektoren wie folgt: Im Papieranlagenbau könnten rund 2,3 Milliarden Euro in CDM-Projekte investiert werden, da dies der exportstärkste der drei baden-württembergischen Sektoren ist, in den EET dagegen nur 157 Millionen Euro und im Zementanlagenbau 248 Millionen Euro.

Eine weitere Möglichkeit der Abschätzung der sektoralen Marktchancen am CDM im Jahr 2020 ist, dafür Patentanteile zugrunde zu legen. Dahinter steckt die Annahme, dass innovativere Unternehmen oder Regionen effizientere/ CO₂-ärmere Technologien herstellen, die für CDM-Projekte eher geeignet sind. Somit hätten diese Unternehmen bzw. Regionen auch Chancen auf höhere Anteile am CDM-Markt. Die sich daraus ergebenden Marktchancen für Baden-Württemberg stellen sich anders dar als diejenigen, die aufgrund der Exporte abgeschätzt wurden. Papieranlagen hätten demnach geringere Investitionsmöglichkeiten im CDM, nämlich 795 Millionen Euro, EET dagegen deutlich höhere (471 Millionen Euro). Da der baden-württembergische Zementanlagenbau keinerlei Patentaktivitäten durchführt, wäre sein Anteil am CDM-Markt folglich Null.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Abschätzung der Größe des CDM-Marktes insgesamt sehr ähnliche Investitionssummen für die Gegenwart (2009: 12,6 Milliarden Euro) und das Jahr 2020 (13 Milliarden Euro) ergibt. Die konkreten Marktchancen für BW in den analysierten Sektoren stellen sich zwar je nach Berechnungs-

¹²⁷ Hierbei wird der relativ konstante Verlauf der Patent- und Exportanteile in den letzten Jahren (seit 2000) bis zum Jahr 2020 fortgeschrieben.

methode unterschiedlich dar. Jedoch wird bei beiden Herangehensweisen deutlich, dass der baden-württembergische Papieranlagenbau die relativ größten Investitionsmöglichkeiten hat. Bei den EET und im Zementanlagenbau lässt sich aufgrund der stark unterschiedlichen Ergebnisse je nachdem, welche der beiden Methoden verwendet wurde, nur feststellen, dass der CDM baden-württembergischen Unternehmen dieser Branchen deutlich geringere Marktchancen bieten wird als dem Papieranlagenbau.

5.4 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse: Marktchancen des CDM für baden-württembergische Industrieunternehmen

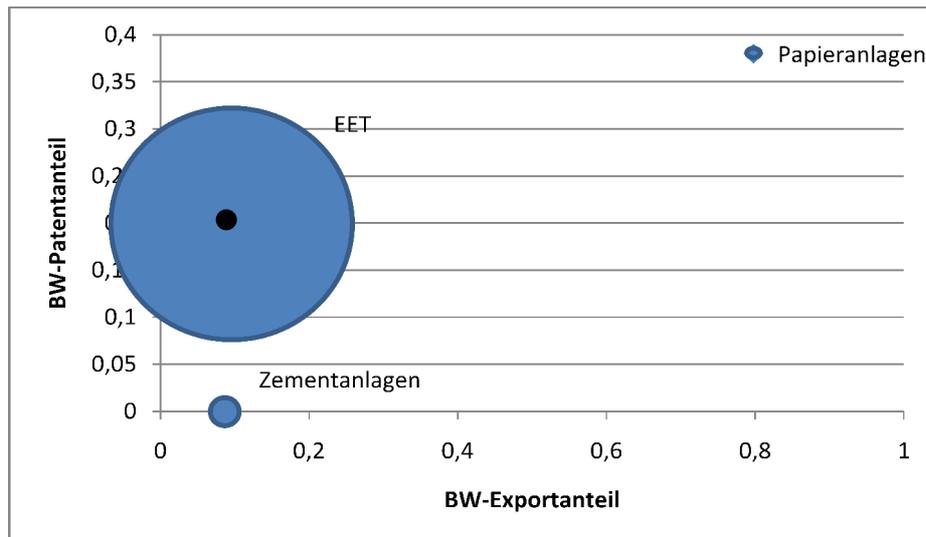
Die obige Analyse hat ergeben, dass aus den untersuchten Sektoren besonders der baden-württembergische Papieranlagenbau mit seiner Innovativität und Wettbewerbsfähigkeit herausragt. Indikatoren dafür sind der große Welthandelsanteil, der hohe Anteil an deutschen und weltweiten Patenten sowie die stark überdurchschnittliche Performance dieses Sektors im landesweiten Vergleich. Im Diagramm der Abbildung 5-8 ist der Papieranlagenbau deshalb rechts oben zu finden, bei einem hohen Export- und Patentanteil. Andererseits eröffnet der CDM gerade diesem Industriezweig nur geringe Investitionsmöglichkeiten und Marktchancen, in der Abbildung 5-8 dargestellt durch den sehr kleinen Kreis, der den Sektor umgibt.

Die geringen Investitionen in CDM-Papierprojekte deuten darauf hin, dass es Unternehmen dieses Sektors entweder nicht attraktiv erscheint sich im CDM zu engagieren, oder aber dass es Barrieren oder andere hindernde Gründe dafür gibt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen im Übrigen auch die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Fallstudien. Darin bestätigen Vertreter der Papiertechnologieanbieter, dass der CDM für sie nur eine untergeordnete Rolle spielt und dass sie sich darin nicht engagieren. Dennoch: Aufgrund seiner internationalen Kompetitivität hätte der baden-württembergische Papieranlagenbau beste Voraussetzungen die im Vergleich mit den anderen Technologien sehr geringen Marktchancen, die der CDM bietet, für Investitionen zu nutzen.

Ein anderes Bild ergibt sich für die Energieerzeugungstechnologien. Zwar ist BW im deutschen Vergleich mit einem Anteil von 20 % relativ patentstark, nicht aber verglichen mit anderen Sektoren des Landes. Auch im Außenhandel wartet die baden-württembergische EET-Industrie mit eher durchschnittlichen Anteilen an den deutschen Exporten und am Welthandel auf. Schließlich verfügt sie weder über komparative Vor- noch Nachteile, weshalb man sie insgesamt und besonders im Vergleich mit anderen baden-württembergischen Industrien als mäßig innovativen und mäßig kompetitiven Sektor betrachten kann. Allerdings bietet genau bei diesen Technologien der CDM die größten Marktchancen, denn mehr als 50 % aller CDM-Projekte sind ihnen zuzuordnen. Für BW bedeutet das, dass man das sich im CDM bietende Potential nutzen

könnte, in diesem Sektor mehr in CDM-Projekte zu investieren und dadurch gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der baden-württembergischen EET-Industrie zu steigern.

Abbildung 5-8: Abschätzung der baden-württembergischen Export- und Patentanteile (je im Vergleich zu Deutschland) in EET, Papier- und Zementanlagenbau sowie die CDM-Marktgrößen (blaue Kreise) im Jahr 2020¹²⁸



Der relativ schwächste der untersuchten Sektoren in BW ist der Zementanlagenbau, der dort nur mit sehr wenigen Unternehmen vertreten ist. Dies bedingt zum großen Teil auch, dass im betrachteten Zeitraum keinerlei Patente angemeldet wurden. Eine weitere Folge sind äußerst geringe Außenhandelsaktivitäten. Für diesen Sektor bietet jedoch auch der CDM nur wenige Investitionsmöglichkeiten. In den Berechnungen wurde ermittelt, dass die Summe der Investitionen in CDM-Zement-Projekte im Jahr 2008 ungefähr 18 Millionen Euro betrug, und dass diese Marktchancen auch künftig auf ähnlich niedrigem Niveau verbleiben werden. Weiterhin ergaben die Fallstudien mit Technologieanbietern der Zementbranche – wie auch schon bei den Papieranlagenbauern – dass der CDM für sie nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt und wohl in Zukunft ebenfalls keinen großen Einfluss auf ihre Investitionsaktivitäten haben wird. Daraus folgend lässt sich festhalten, dass sich für die baden-württembergische Zementanlagenindustrie nur sehr geringe Marktchancen aus dem CDM ergeben: Einerseits ist dieser Sektor in BW äußerst klein und als Ganzes wenig exportstark, andererseits beste-

¹²⁸ Die Größe der Kreise deutet die tatsächlichen Relationen der sektoralen CDM-Marktgrößen nur an. Da die CDM-Marktanteile für Zement- und Papierprojekte verglichen mit denen der EET-Projekte Bruchteile im Hundertstel- bzw. Tausendstelbereich sind, erscheint eine anteilsgetreue Darstellung nicht sinnvoll.

hen im CDM nur geringe Investitionsmöglichkeiten für die Zementindustrie und den Zementanlagenbau.

Literatur Kapitel 5

- Betz, R.; Rogge, K.; Schleich, J.; Umweltministerium Baden-Württemberg (2005): *Flexible Instrumente im Klimaschutz: Emissionsrechtehandel, Clean Development Mechanism, Joint Implementation*, Stuttgart: Umweltministerium Baden-Württemberg.
- Destatis (2009): Außenhandelsdaten der Bundesländer nach Jahren, Wiesbaden.
- Deutsche Emissionshandelsstelle (2010): Clean Development Mechanism. Berlin: Umweltbundesamt. Online:
http://www.dehst.de/cln_153/nn_476690/DE/JI__CDM/CDM/CDM__node.html?__nnn=true (Stand: 11.03.2010).
- Deutsches Patent- und Markenamt (2006): Patentatlas Deutschland. Regionaldaten der Erfindungstätigkeit, München.
- Europäische Union (2004): Richtlinie 2004/101/EG des europäischen Parlaments und des Rates (Linking Directive): Amtsblatt der Europäischen Union.
- European Patent Office (2009): MIMOSA.European and PCT International Patent Application Bibliography, Wien.
- FIZ Karlsruhe (2009): PATDPA, Karlsruhe.
- Grupp, H. (1998): Messung und Erklärung des technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik, Berlin: Springer.
- Marscheider-Weidemann, F.; Sartorius, C.; Walz, R. (2008): Analyse der Stärken im Bereich des Umwelttechnologiemarktes in Baden-Württemberg, Karlsruhe: Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung.
- Questel-Orbit (2009a): EPPATENT, Paris.
- Questel-Orbit (2009b): WOPATENT, Paris.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2009): Außenhandelsstatistik.
- UNEP Risoe (2010): CDM Pipeline.
- UNFCCC (2009): CDM Project Activities.
- UNFCCC (2010): CDM Statistics.
- United Nations (2009): United Nations Commodity Trade Statistics Database (UN Comtrade).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2009): Copenhagen Accord.
- World Bank (Hrsg.) (2009): State and Trends of the Carbon Market 2009. Washington D.C.: World Bank.

6 Zusammenfassung und Politikempfehlungen

6.1 Hintergrund

Die Begrenzung des Klimawandels ist eine der bedeutendsten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Um die globale Erderwärmung auf höchstens 2°C zu beschränken, ist eine substantielle Senkung der Treibhausgasemissionen erforderlich, die eine radikale Neuausrichtung und Beschleunigung des technologischen Wandels hin zu kohlenstoffarmen und kohlenstofffreien Lösungen erlauben. Umweltökonomischen Instrumenten wird dabei von Politik und Wissenschaft eine entscheidende Rolle beigemessen. Dazu zählen der EU-Emissionshandel, an dem seit 2005 für bestimmte CO₂-intensiv produzierende Unternehmen in der EU teilnehmen, sowie die flexiblen projektbasierten Mechanismen des Kyoto-Protokolls, Clean Development Mechanism (CDM) und Joint Implementation (JI). Mit Hilfe des Preismechanismus sollen diese Instrumente gewährleisten, dass die Emissionsziele zu minimalen Kosten erreicht werden und dass globale Innovationen angestoßen werden. Inwiefern sich diese Ziele erschließen lassen, hängt allerdings entscheidend von der institutionellen Ausgestaltung des Systems und vom Verhalten der betroffenen Unternehmen ab. Anreizstrukturen und Akteursverhalten bestimmen letztendlich auch, in welchen Schritten sich der technische Fortschritt vollzieht, d. h. ob es, wenn überhaupt, eher zu inkrementellen Veränderungen kommt, oder ob Technologiesprünge in Form von Basisinnovationen zu erwarten sind. Die neuen klimapolitischen Instrumente bewirken eine erhöhte Nachfrage nach CO₂-armen Produktionsverfahren (market pull, verursacht durch einen regulatory pull), gleichzeitig können sie Innovationseffekte bei den Technologieanbietern (Anlagenbauern) auslösen, deren FuE-Aktivitäten verstärkt in die Entwicklung von CO₂-armen Verfahren gelenkt werden (technology push). Je nach Art und Komplexität der Technik ist dabei die Interaktion zwischen Technologienutzern und Entwicklern von Bedeutung. Neue Marktchancen ergeben sich für Technologieanbieter, die in der Lage sind, diese CO₂-armen Techniken herzustellen und an Kunden aus dem In- und Ausland zu vermarkten.

6.2 Ziel

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Analyse der Innovationseffekte des EU-EH und des CDM. Die empirischen Analysen konzentrieren sich auf die drei Branchen, die im Rahmen des EU-EH für Baden-Württemberg am relevantesten sind: die Herstellung von Strom (inkl. Kraft-Wärme-Kopplung), Zement sowie Papier. Untersucht werden Art und Umfang der induzierten Innovationstätigkeiten der Unternehmen in Form von FuE-Aktivitäten, Investitionen in Neuanlagen und Modernisierung sowie klimapolitikinduzierte organisatorische Veränderungen. Darüber hinaus werden der Einfluss dieser Instrumente auf die Technologieentwicklung sowie auf die Interaktion zwischen

Anwendern und Entwicklern CO₂- und/oder energieeffizienter Anlagen sowie mögliche sektorale Unterschiede im Innovationsverhalten der betroffenen Unternehmen betrachtet. Als sekundäres Ziel werden die Marktchancen, die aus den neuen klimapolitischen Instrumenten, vor allem für baden-württembergische Unternehmen resultieren, am Beispiel des CDM betrachtet.

6.3 Methodik

Grundlage für die Generierung von Hypothesen zur Innovationswirkung der neuen Instrumente der Klimapolitik bildet ein interdisziplinärer Theorierahmen, der primär auf zwei wesentlichen Theoriesträngen fußt: der neoklassisch fundierten Umweltökonomik (ergänzt um Ansätze der Transaktionskostenökonomik) sowie den evolutiv geprägten Innovationsstudien (mit Fokus auf Evolutivischer Ökonomik und ressourcenbasiertem Ansatz der Managementwissenschaften). Dabei werden explizit auch Aspekte berücksichtigt, die sich aus der Einbindung der klimapolitischen Instrumente in den Politikrahmen sowie aus der konkreten institutionellen Ausgestaltung ergeben.

Der empirische Teil des Projekts besteht zum einen aus Unternehmensfallstudien mit insgesamt 86 Interviewpartnern in den drei Sektoren - wobei insgesamt die Reaktionen von 14 Emissionshandelsunternehmen und 17 Technologieanbietern analysiert wurden. Zum Anderen wurde eine deutschlandweite Online-Breitenerhebung bei EU-EH-Unternehmen sowie Technologieanbietern durchgeführt. Daran haben sich 52 Emissionshandelsunternehmen und 70 Technologieanbieter beteiligt. Durch geeignete statistische Auswertungen der Umfragen werden die Hypothesen, die aus den verschiedenen theoretischen Ansätzen abgeleitet wurden, empirisch getestet. Zur Abschätzung des Marktpotenzials für baden-württembergische Technologieanbieter in den betrachteten Sektoren wurden Patent- und Außenhandelsdaten als Indikatoren für technologische Leistungsfähigkeit und internationale Wettbewerbsfähigkeit von Sektoren mit Analysen zur Marktgröße des CDM gekoppelt. Die wesentlichen Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend wiedergegeben.

6.4 Ergebnisse

6.4.1 Fallstudien

Die Ergebnisse der Unternehmensfallstudien lassen darauf schließen, dass in allen Untersuchungssektoren die Innovationswirkung von EU-Emissionshandel und Clean Development Mechanismus bisher relativ gering ausfällt. Ebenso lässt sich sektorübergreifend feststellen, dass die Innovationswirkung des EU-EH bei den Technologielieferanten geringer ausfällt als bei den direkt vom Emissionshandel betroffenen Produzenten von Strom, Zement und Papier/Zellstoff.

Forschung und Entwicklung

Insgesamt zeigt sich, dass der EU-EH nur eine geringe Rolle für FuE-Aktivitäten spielt, und dabei hauptsächlich inkrementelle Innovationen befördert. Der Stromsektor sticht dadurch heraus, dass hier der EU-EH auch radikale, kompetenzverstärkende Innovationsaktivitäten stark intensiviert hat, nämlich für Kohlenstoffabscheidetechnologien (CCS). Eine weitere Besonderheit des Stromsektors ist die Existenz von unterschiedlichen technologischen Regimes, die sich in ihrer CO₂-Intensität sehr stark unterscheiden. Diese Unterschiede in der Betroffenheit von der Klimapolitik führen zu einer variierenden Intensität der Innovationswirkung des EU-EH, die für Kohle am stärksten ausfällt. Die befragten Zementproduzenten heben sich vom Rest der untersuchten Sektoren und Akteursgruppen insofern ab, als dass hier der EU-EH zumindest zu einem kleinen Teil auch einen Einfluss auf Produktinnovationen hat. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die FuE-Aktivitäten am stärksten vom EU-EH in der Energiewirtschaft beeinflusst worden sind, gefolgt vom Zementsektor. Die Papierindustrie scheint am geringsten vom EU-EH in ihren FuE-Aktivitäten beeinflusst. Für beide Industriesektoren sind die Energiekosten schon länger ein bedeutender Einflussfaktor. Darüber hinaus kann sektorübergreifend festgehalten werden, dass der CDM in keinem nennenswerten Umfang unternehmerische FuE-Aktivitäten beeinflusst.

Adoption

Für die Innovationsdimension Adoption kann festgehalten werden, dass die in der ersten und zweiten Handelsphase des EU-EH für Neuanlagen gewährte Gratiszuteilung nur in der Energiewirtschaft zu einem signifikanten Anstieg der geplanten Neuanlagen, und hier insbesondere von Kohlekraftwerken, geführt hat. Für die Fallstudienunternehmen aus den Industriesektoren konnte hingegen die Subventionswirkung der Gratiszuteilung keine größere Wirkung entfalten, was hauptsächlich im geringen Neubaubedarf des Zement- und Papiersektor begründet liegt – hier befinden sich die Wachstumsmärkte außerhalb Deutschlands und meist auch außerhalb Europas, was wiederum Rückwirkungen für die FuE-Aktivitäten von Technologielieferanten hat. Allerdings beabsichtigen die interviewten Papier- und Zellstoffproduzenten, verstärkt in Anlagen zur Eigenstromerzeugung zu investieren, was nur zum Teil in der vorteilhaften Gratiszuteilung der Industriekraftwerke im Vergleich zu Kraftwerken in der Energiewirtschaft begründet liegt. Bei allen drei Sektoren ist darüber hinaus im Bereich der Adoption übereinstimmend festgestellt worden, dass Modernisierungsaktivitäten durch den EU-EH wirtschaftlicher geworden sind. Insgesamt ist der relativ niedrige CO₂-Preis im Wechselspiel mit anderen Kontextfaktoren wie Brennstoffpreisen, Marktnachfrage oder öffentlicher Akzeptanz typischerweise nicht ausschlaggebend für Investitionsentscheidungen.

Organisatorischer Wandel

Die Wirkung des EU-EH fällt für die Innovationsdimension des organisatorischen Wandels am stärksten aus, zumindest bei den Unternehmen, die direkt unter den EU-EH fallen. So konnte bei Energieversorgungsunternehmen, Papier- und Zellstoffproduzenten sowie Zementproduzenten beobachtet werden, dass der neue Kostenfaktor CO₂ in unternehmerische Prozesse – allen voran in die Investitionsrechnung – integriert worden ist. Auch ist mit der Einführung des EU-EH die Klimathematik zur „Chefsache“ aufgestiegen. Bei Technologielieferanten ist der organisatorische Wandel weniger stark ausgeprägt, wobei hier insbesondere Technologielieferanten für die Industriesektoren Papier und Zement den neuen Kostenfaktor CO₂ kaum in ihre unternehmerischen Prozesse integriert haben. Die Möglichkeit zum Erwerb und der Nutzung von Zertifikaten aus CDM-Projekten wird am stärksten von den Energieversorgungsunternehmen genutzt. Interessanterweise investieren diejenigen Zementproduzenten, die sich an CDM-Projekten beteiligen, nicht in Fonds, sondern nutzen diesen klimapolitischen Projektmechanismus im Gegensatz zu den Energieversorgern über Projekte von Tochterunternehmen. Im Vergleich dazu haben in den Fallstudien die Papier- und Zellstoffproduzenten bisher am wenigsten vom Instrument CDM Gebrauch gemacht.

6.4.2 Umfrage

Die Unternehmensbefragung von Produzenten von Strom, Papier und Zement und deren Technologieanbietern hatte zum Ziel, die Auswirkungen des EU-Emissionshandels und des Clean Development Mechanismus auf die Innovationsaktivitäten zu untersuchen. Unter Innovationsaktivitäten wurden dabei nicht nur Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten (FuE), sondern auch Investitionen in Neuanlagen und Modernisierungen (Adoption) sowie organisatorische Veränderungen verstanden. Die wichtigsten Ergebnisse werden hier für die Untersuchungssektoren Strom und Papier dargestellt.¹²⁹ Die wichtigsten Ergebnisse der deskriptiven Auswertung sind für den Stromsektor und die Papierindustrie in Tabelle 6-1 dargestellt.

Forschung und Entwicklung sowie Adoption

Das Investitionsvolumen für Neuanlagen, Modernisierung und Forschung und Entwicklung wurde in den fünf Jahren nach Einführung des Emissionshandels (2005-2009) bei der Mehrheit der untersuchten Stromerzeugungsunternehmen gesteigert – allerdings je nach betrachteter Innovationsaktivität mit unterschiedlichen technologischen Schwerpunkten. Im Papiersektor hingegen nahm das Investitionsvolumen bei Neuanlagen und Modernisierungen tendenziell ab – außer im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung.

¹²⁹ Für den Sektor Zement erlaubte die Anzahl an Beobachtungen keine separate, sektorspezifische Auswertung.

Tabelle 6-1: Sektorvergleich der deskriptiven Umfragestatistik (Strom und Papier)

	Stromsektor						Papiersektor						
	Produzent			Technologieanbieter			Produzent			Technologieanbieter			
Umfrageteilnahme													
n	29			48			19			17			
Rücklaufquote (in %)	14.4			14.7			20.7			19.3			
Innovationsaktivität in 2000-2009 (in %)													
FuE	35			83			68			82			
Neuanlagen	83						63						
Modernisierung	80						100						
Veränderung Investitionsvolumen von 2000-2004 vs 2005-2009 (in %: Gesunken, Gleich geblieben, Gestiegen)													
FuE	9	27	63	2	22	76	21	50	28	20	67	13	
Neuanlagen	20	24	56				53	8	38				
Modernisierung	13	30	57				43	37	21				
Absatz				2	15	83				53	12	35	
Veränderung CO2-Intensität durch Investitionen in 2005-09 (in %: Verringern, Unverändert, Erhöhen)													
FuE	82	18	0	51	23	28	36	57	7	31	54	15	
Neuanlagen	58	14	29				64	36	0				
Modernisierung	65	15	20				13	69	19				
Wichtigste Einflussfaktoren für Investitionen in 2005-09 (in %: Sehr hohe und hohe Relevant)													
FuE	Top 1	Öff. Meinung (73)			Förderung in DE (71)			PuN Papierprod. (86)			PuN Papierprod. (62)		
	Top 2	Langfr. Klimapol. (73)			PuV Anlagen (59)			PuV Rohstoffe (79)			PuV Anlagen (39)		
	Top 3	PuV Brennstoffe (64)			Öff. Meinung (52)			PuV Brennstoffe (65)			PuV Rohstoffe (23)		
Neuanlagen	Top 1	PuV Brennstoffe (79)						PuN Papierprod. (64)					
	Top 2	PuN Strom (69)						PuV Brennstoffe (47)					
	Top 3	Förderung in DE (63)						PuV Rohstoffe (42)					
Modernisierung	Top 1	PuV Brennstoffe (76)						PuN Papierprod. (69)					
	Top 2	PuN Strom (62)						PuV Brennstoffe (63)					
	Top 3	PuV Anlagen (55)						PuV Rohstoffe (58)					
Absatz	Top 1				Förderung DE in (81)						PuV Anlagen (59)		
	Top 2				Öff. Meinung (61)						PuN Papierprod. (42)		
	Top 3				PuV Anlagen (65)						PuV Rohstoffe (18)		
Bedeutung von Klimapolitik für Investitionen in 2005-2009 (in % und Ranking: Sehr hohe und hohe Relevanz)													
FuE	EU EH	46	2	15	2	21	1	8	1				
	CDM & Folge	27	3	7	3	7	3	8	1				
	Langfrist-KP	73	1	51	1	21	1	8	1				
Neuanlagen	EU EH	45	1				37	1					
	CDM & Folge	24	3				11	3					
	Langfrist-KP	31	2				32	2					
Modernisierung	EU EH	38	1				37	2					
	CDM & Folge	17	3				16	3					
	Langfrist-KP	21	2				42	1					
Absatz	EU EH				19	2				12	1		
	CDM & Folge				10	3				12	1		
	Langfrist-KP				59	1				12	1		
Veränderung der Bedeutung von Klimapolitik für Investitionsentscheidungen bis 2020 (in %: Abnehmen, Unverändert, Zunehmen)													
FuE	4 65 30			0 42 59			6 25 79			8 25 67			
Neuanlagen	3 17 79						30 6 65						
Modernisierung	0 31 69						12 6 82						
Absatz				4 25 71						0 41 59			
Organisatorischer Wandel in 2005-2009 (in %: Ja)													
Faktor CO2 standardmäßig integriert in													
... Investitionsrechnung	41						37						
... Produktentstehungsprozess				18						12			
Verantwortlicher für CO2/Klimapolitik	45			15			84			12			
Geschäftsleitung mehr CO2/Klimapolitik	83			63			84			24			
Nutzung von CDM von 2005-2009 (in %)													
Ja / Nein	35	/	55	13	/		32	/	47	6	/	53	
Betroffenheit von allgemeiner Klimapolitik (in %: Negativ, Neutral, Positiv)													
Bis 2012	24	45	31	14	26	60	63	21	16	6	94	0	
Bis 2020	69	28	3	17	22	61	88	6	6	12	71	18	

Im Bereich Forschung und Entwicklung blieb hingegen das Investitionsvolumen bei über der Hälfte der Papierproduzenten unverändert, insgesamt ist eine leicht steigende Tendenz zu beobachten.

Bei der Mehrheit der untersuchten Stromerzeugungsunternehmen versprechen die FuE-Aktivitäten der Jahre 2005-2009 nur zu geringen technologischen Verbesserungen zu führen. Bei den Technologieanbietern hingegen gaben 46% der Umfrageteilnehmer an, dass sie von mehr als 50% ihrer FuE-Aktivitäten einen technologischen Durchbruch erwarten. Demgegenüber investierten die meisten Papierproduzenten sowohl im Bereich Neuanlagen als auch Forschung und Entwicklung den größten Teil ihres Investitionsbudgets in inkrementelle Innovationsprojekte. Dennoch gab es einige wenige Firmen, bei denen ein großer Teil der FuE-Aktivitäten radikale Innovationen darstellte.

Im Hinblick auf die klimarelevante Wirkung der Investitionen in Neuanlagen, Modernisierung als auch FuE-Aktivitäten erwartet eine deutliche Mehrheit der Stromerzeugungsunternehmen eine Verringerung der CO₂-Intensität ihrer Stromerzeugung, wobei Neuanlageninvestitionen den geringsten Effekt aufweisen. Unter den Stromtechnologieanbietern rechnet hingegen die Hälfte der Umfrageteilnehmer mit einer gleichbleibenden oder sogar erhöhten CO₂-Intensität der Produkte. Im Unterschied dazu sahen die Papierproduzenten vor allem bei Neuanlageninvestitionen eine positive Wirkung auf die CO₂-Intensität und den geringsten Effekt bei Modernisierungen, wo knapp 70 % der Unternehmen mit einer unveränderten CO₂-Intensität und etwa 20 % mit einer erhöhten CO₂-Intensität rechnen. Bei Forschung und Entwicklung wirkten sich die Aktivitäten, sowohl bei den Papierproduzenten als auch bei den Technologieanbietern, bei der Mehrzahl der Unternehmen neutral auf die CO₂-Intensität aus. Bei einem großen Teil der Unternehmen kam es aber auch zu einem positiven Effekt der CO₂-Intensität, der bei den Papierproduzenten stärker ausgeprägt war als bei den Technologieanbietern.

Der EU-Emissionshandel spielte bei den Innovationsentscheidungen verglichen mit anderen Faktoren nach Meinung der Umfrageteilnehmer nur eine untergeordnete Rolle. Erwartungsgemäß beurteilen die Stromerzeugungsunternehmen insgesamt die Relevanz des EU-Emissionshandels deutlich höher als die Stromtechnologieanbieter. Unter den Stromerzeugungsunternehmen werden Entscheidungen in Modernisierungsmaßnahmen zu investieren am geringsten und solche in FuE-Aktivitäten am stärksten durch den EU-Emissionshandel beeinflusst. Im Papiersektor wurde der Einfluss des EU-Emissionshandels hingegen bei Investitionen in Modernisierungen – gefolgt von Neuanlagen – am höchsten eingeschätzt, wobei gerade in diesem Bereich die Auswirkungen auf die CO₂-Intensität am geringsten ausfielen. Die Technologieanbieter für die Papierproduzenten bewerteten die Bedeutung des EU-Emissionshandels bei Investitionsüberlegungen in Forschung und Entwicklung deutlich niedriger als die Pa-

pierproduzenten, und maßen auch dem Einfluss des EU-EH bei der Entwicklung ihres Absatzmarktes nur eine untergeordnete Rolle bei.

Sowohl für FuE als auch für Adoption bzw. Absatzmärkte kommt der EU-EH weder bei den Unternehmen des Stromsektors noch des Papiersektors als einer der drei wichtigsten Einflussfaktoren für Investitionsentscheidungen vor. Lediglich den langfristigen Klimazielen wurde von den Stromerzeugern für FuE und deren Technologieanbietern für die Veränderung des Absatzmarktes eine derartig hohe Relevanz zugeordnet. Auch im Papiersektor wurde die Relevanz der langfristigen Klimaziele bei Neuanlageninvestitionen von Papierproduzenten und bei FuE von Produzenten und Technologieanbietern als höher eingestuft als der EU-EH. Der CDM hingegen zählt ohne Ausnahme stets zu den drei unwichtigsten Einflussfaktoren für Investitionsentscheidungen. Insgesamt gab aber die Mehrheit aller Unternehmen an, dass die Bedeutung der Klimapolitik bei Investitionsentscheidungen zunehmen wird.

Organisatorische Innovationen

Bei den organisatorischen Veränderungen wurde der Faktor CO₂ von den meisten Stromerzeugungsunternehmen und Papierproduzenten im Bereich der Unternehmensvisionen am stärksten berücksichtigt. Sehr viele Unternehmen gaben an, dass sich z. B. die Geschäftsleitung verstärkt mit den Themen CO₂ und Klimapolitik auseinandergesetzt habe oder eigene klimarelevante Ziele eingeführt bzw. weiter ausgebaut wurden. Im Gegensatz dazu wurde der Faktor CO₂ bei den alltäglichen Prozessen, insbesondere bei Forschung und Entwicklung, nur zögerlich integriert bzw. die Integration intensiviert.

Unter den Technologieanbietern kam es zwar im Bereich der Stromerzeugungstechnologien insgesamt zu weniger organisatorischen Veränderungen, doch auch hier lag der Schwerpunkt im Bereich der Unternehmensvisionen, wobei aber auch einige Prozesse und Routinen verändert wurden. Im Gegensatz dazu gaben die für die Papierproduzenten aktiven Technologieanbieter mehrheitlich an, dass es zu keinen klimapolitikbedingten organisatorischen Veränderungen gekommen sei.

Ergebnisse Hypothesenprüfung

Als ein Ergebnis bivariater Tests lässt sich zunächst festhalten, dass der bisher geringe Einfluss von EU-EH und langfristiger Klimapolitik mit steigender Stringenz (z. B. durch eine knappe Gratiszuteilung mit Emissionsrechten im EU-EH oder durch höhere Preise) steigt. Dies gilt (bisher) in erster Linie für Modernisierungsaktivitäten. Dabei begünstigt der EU-EH nicht nur eine beschleunigte Diffusion bestehender Technologien

sondern auch die Entwicklung neuer Produkte.¹³⁰ Für die FuE-Aktivitäten von Technologieanbietern (aber nicht von Emissionshandelsunternehmen) ist dabei langfristige Klimapolitik bedeutungsvoller als der EU-EH, während für Adoptionsaktivitäten der EU-EH wichtiger ist.

Es gilt jedoch Unterschiede zwischen den Sektoren zu beachten. Langfristige Klimapolitik ist für Unternehmen im Stromsektor wichtiger als für Unternehmen in den Industriegesektoren. Für die Relevanz des EU-EH sind aber keine Unterschiede zwischen den Sektoren feststellbar. Die Hypothese, wonach der EU-EH auf bedrohte Technologien einen stärkeren Einfluss als auf angepasste ausübt, lässt sich nur bedingt bestätigen, und zwar für FuE-Aktivitäten im Stromsektor. Auch im Hinblick auf klimapolitik-induzierte organisatorische Veränderungen gibt es Unterschiede zwischen den Sektoren. Der Stromsektor ist hier generell aktiver, insbesondere bei der Zuordnung von Verantwortlichkeiten/Ernennung eines Koordinators für die Themen CO₂/Klimapolitik, bei der Intensivierung klimarelevanter FuE-Partnerschaften sowie bei der Integration von CO₂-Kosten in Zukunftsszenarien.

Auch die Position in der Wertschöpfungskette spielt für die Wirkung des EU-EH und langfristiger Klimapolitik eine Rolle. So sind die Wirkungen des EU-EH auf technologische Klimainnovationen für Emissionshandelsunternehmen größer als für Technologieanbieter. Außerdem sind organisatorische Veränderungen in Emissionshandelsunternehmen stärker erfolgt als dies bei Technologieanbietern der Fall ist.

Größere Unternehmen und solche, die den EU-EH/Klimapolitik als strategisch wichtig erachten, haben eher technologische und organisatorische Klimaschutzinnovationen realisiert. Die Etablierung von Klimazielen für Unternehmen und eine Geschäftsleitung, die Klima als wichtiges Thema erachtet, sind eher für langfristig wirksame Klimaschutzinnovationen (über FuE) als für Adoptionsentscheidungen relevant.

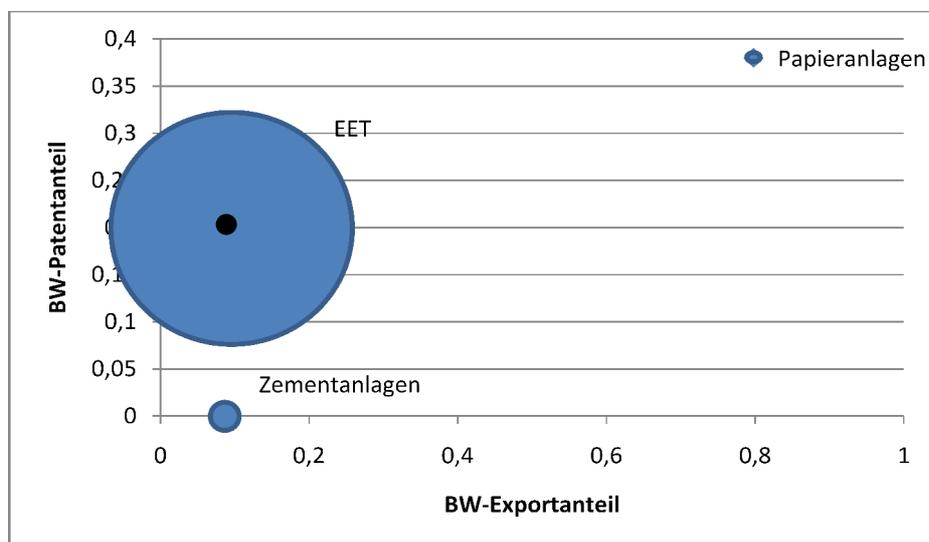
Der Einfluss des EU-EH auf klimarelevante technologische Innovationsaktivitäten wird durch die positive Interaktion mit langfristiger Klimapolitik verstärkt, im Strombereich durch die politischen Rahmenbedingungen für Kernenergie jedoch abgeschwächt. Für Emissionshandelsunternehmen verstärkt eine gleichgerichtete FuE-Förderung auf nationaler wie EU-Ebene den Einfluss von langfristiger Klimapolitik (aber nicht des EU-EH). Die öffentliche Meinung spielt für technologische Innovationsaktivitäten – von Kernenergie abgesehen – keine Rolle. Für organisatorische Veränderungen scheinen die Kontextfaktoren generell nur von geringer Bedeutung zu sein.

¹³⁰ Zum Einfluss des EU-EH auf radikalen technologischen Fortschritt können auf Basis der Umfrage keine Aussagen getroffen werden, da die geringe Anzahl an Beobachtungen keine statistischen Tests erlaubt.

6.5 Analyse Marktchancen

Die Analyse der technologischen Leistungsfähigkeit der drei Sektoren in Baden-Württemberg mit den Indikatoren absolute Patentanteile sowie relative Patentanteile (RPA) zeigt den baden-württembergischen Papieranlagenbau als außerordentlich innovativ. Auch die Energieerzeugungstechnologien (EET) sind relativ patentstark, während für den Zementsektor nur sehr wenig patentiert wurde. Bei der Analyse der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, gemessen durch absolute Außenhandelsanteile und den Revealed Comparative Advantage (RCA), schnitt der Papieranlagenbau ebenfalls sehr stark ab, die EET eher durchschnittlich und der Zementanlagenbau in BW vergleichsweise schwach, mit vernachlässigbaren Außenhandelsaktivitäten. Unter den getroffenen Annahmen ergab sich ein geschätzter Wert für die Größe des CDM-Marktes im Jahr 2020 von ca. € 13 Mrd. was ca. auch der heutigen Marktgröße entspricht. Im Jahr 2020 werden EET mehr als die Hälfte des Marktes ausmachen, während sowohl der Papier- als auch der Zementanlagenbau jeweils deutlich weniger als 1 % des Marktes einnehmen werden. Die empirisch gefundenen Relationen zwischen Exportanteilen, Patentanteilen und Marktgrößen sind in Abbildung 6-1 dargestellt.

Abbildung 6-1: Abschätzung der baden-württembergischen Export- und Patentanteile (je im Vergleich zu Deutschland) in EET, Papier- und Zementanlagenbau sowie der CDM-Marktgrößen (blaue Kreise) im Jahr 2020¹³¹



Im Ergebnis zeigt sich, dass zwar der baden-württembergische Papieranlagenbau äußerst innovativ und wettbewerbsstark ist, dass aber der CDM diesem Sektor nur sehr

¹³¹ Die Größe der Kreise deutet die tatsächlichen Relationen der sektoralen CDM-Marktgrößen nur an. Da die CDM-Marktanteile für Zement- und Papierprojekte verglichen mit denen der EET-Projekte Bruchteile im Hundertstel- bzw. Tausendstelbereich sind, erscheint eine anteilsgetreue Darstellung nicht sinnvoll.

geringe Möglichkeiten bietet. Dagegen eröffnen sich den Energieerzeugungstechnologien im CDM sehr gute Chancen – dieser Sektor erweist sich auch in BW im Vergleich zu Deutschland insgesamt als relativ patentstark. Der Zementanlagenbau ist in BW gemessen an Patent- und Außenhandelsindikatoren als wenig aktiv einzustufen. Auch der CDM bietet dem Sektor nur geringe Marktpotenziale.

6.6 Fazit

Im Allgemeinen führen die Ergebnisse der Fallstudien und der Umfragen zu einem weitgehend konsistenten Gesamtbild. So lässt sich festhalten, dass die Innovationswirkung des EU-EH und des CDM bisher relativ gering ausfällt. Dabei treten deutliche Unterschiede zwischen beiden Instrumenten, den Innovationsdimensionen (Forschung und Entwicklung, Adoption, organisatorischer Wandel) und den Sektoren auf. Die Wirkung des CDM ist durchweg marginal, aber auch die Wirkung des EU-EH wird bisher infolge beschränkter Stringenz gehemmt und von anderen Faktoren im Geschäftsumfeld wie Energiepreisen und Anlagenkosten übertroffen. Bei den betrachteten Industriesektoren sind darüber hinaus die Märkte in Deutschland weitestgehend gesättigt, so dass sich die FuE-Aktivitäten von Technologieanbietern primär an den Wachstumsmärkten orientieren, für die klimapolitische Überlegungen bisher jedoch kaum eine Rolle spielen. Allerdings rechnen Vertreter aller drei betrachteten Sektoren mit einem Anstieg der Bedeutung von Klimapolitik ab 2013 und damit ab Beginn der dritten Handelsperiode des EU-EH. Für alle drei Sektoren gilt, dass die Wirkung des EU-EH bei den Emissionshandelsunternehmen stärker ausfällt als bei den Technologieanbietern. Auf Modernisierungsentscheidungen scheint der Einfluss des EU-EH stärker zu sein als auf Entscheidungen für Neuanlagen – zumindest in den Industriesektoren. In der Regel sind die Innovationswirkungen des EU-EH im Stromsektor stärker ausgeprägt als in den Industriesektoren. Für FuE-Aktivitäten ist der Einfluss des EU-EH eher gering (langfristige Klimapolitik ist relevanter), und es werden hauptsächlich inkrementelle Innovationen angestoßen. Für die CCS-Technologie hat der EU-EH im Stromsektor auch radikale, kompetenzverstärkende Innovationsaktivitäten stark intensiviert. Im Vergleich der Innovationsdimensionen ist zumindest für Emissionshandelsunternehmen die Wirkung des EU-EH auf organisatorischen Wandel am stärksten. Dies betrifft insbesondere ein gesteigertes Interesse der Geschäftsleitung an Klimapolitik, die Zuordnung von Verantwortlichkeiten für Klimapolitik und in geringerem Maß auch die Integration des CO₂-Ausstoßes als Kostenfaktor in unternehmerische Prozesse. Hingegen hat der neue Kostenfaktor CO₂ bzw. Klimapolitik – von neuen Kooperationen zwischen Kraftwerksbetreibern und der chemischen Industrie für CCS-Anlagen abgesehen – kaum zu Veränderungen bei FuE-Partnerschaften geführt.

Insgesamt gesehen bestätigen die Ergebnisse den gewählten methodischen Ansatz; der einen interdisziplinären Theorierahmen und als empirisches Instrument eine Kom-

bination aus Fallstudien und Umfrage vorsieht. Die empirischen Ergebnisse betonen die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung der Innovationseffekte des EU-EH (und langfristiger Klimapolitik) nach Innovationsdimensionen, Position in der Wertschöpfungskette, Sektoren sowie Unternehmensspezifika.

6.7 Empfehlungen

Die empirischen Ergebnisse geben Anhaltspunkte für Veränderungen, die sich unterschiedlichen Akteursebenen zuordnen lassen. Politikempfehlungen auf der *Makroebene* beziehen sich auf Regulierungen auf der internationalen, nationalen und regionalen Ebene. Dazu zählt insbesondere eine ambitionierte Ausgestaltung des EU-EH in der dritten Handelsperiode, die Innovationen in CO₂-sparende Technologien und Produktinnovationen begünstigen würde. Die EU könnte anstelle des 20 % Reduktionszieles für das Jahr 2020, das sie unter anderem in der Vereinbarung von Kopenhagen als freiwillige Verpflichtung eingereicht hat, ein stringenteres Ziel – z. B. in Höhe von 30% – anstreben. Dabei müsste dann das Emissionsbudget für Emissionshandelsunternehmen entsprechend verringert werden, so dass sich unter sonst gleichen Bedingungen höhere Preise für Emissionsberechtigungen und damit verstärkte Anreize für Klimainnovationen ergeben würden. Auch von einem erfolgreichen Abschluss eines Kyoto-Nachfolgeabkommens wären verstärkt Klimaschutzinnovationen zu erwarten. Zum einen würde sich aufgrund der positiven Interaktion die Innovationswirkung des EU-EH erhöhen. Zum anderen führt eine ambitionierte, glaubwürdige, langfristige Klimapolitik zu verstärkten FuE-Aktivitäten. Bei einer Einbindung großer Schwellen- und Entwicklungsländer in ein zukünftiges internationales Klimaabkommen eröffnen sich zusätzlich Marktchancen für heimische Technologieanbieter, die momentan in überwiegend gesättigten Märkten operieren. Eine geeignete Kombination von Klimapolitik (regulatory pull) und Innovationspolitik (technology push) kann dazu beitragen, diejenigen Innovationen auf den Weg zu bringen (radikale und gegebenenfalls disruptive technologische Innovationen), für die nach gegenwärtigem Stand der EU-EH allein nicht hinreichend ist. Schließlich spielt auch die Kernenergiepolitik für Innovationsaktivitäten eine Rolle. Unter sonst gleichen Bedingungen würde eine Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken – diskutiert werden aktuell statt der im Atomausstieg festgeschriebenen 32 Jahre Laufzeiten von 40 bzw. 60 Jahren – einen Druck auf die Preise für Emissionsrechte ausüben, da Strom aus Kernkraftwerken auch Strom aus fossilen Kraftwerken verdrängen würde.

Mit Blick auf die konkreten Ausgestaltungsregeln des EU-EH in der dritten Handelsperiode müssten unter den hier betrachteten Innovationswirkungen eine möglichst knappe Gratiszuteilung (hohe Unterausstattung) für Bestandsanlagen vorsehen, da sich die Unternehmen bei ihren Investitionsentscheidungen auch nach dem Kriterium der realen Kosten (und gegebenenfalls weniger nach den Opportunitätskosten) richten. Kon-

kret würde dies – solange eine Vollauktionierung der Rechte nicht erfolgen kann – möglichst strikte Benchmarks für Industrieanlagen bedeuten.¹³²

Die Ergebnisse zum CDM untermauern die Forderungen, wonach die regulatorisch bedingte Unsicherheit über ein Fortbestehen des CDM nach 2012 im Rahmen der internationalen Klimaverhandlungen beseitigt werden sollte. Gleichzeitig können Transaktionskosten und zusätzliche Unsicherheiten dadurch abgebaut werden, dass die Dauer, die ein eingereichtes Projekt bis zur Anerkennung als CDM-Projekt benötigt, deutlich reduziert wird. Inwiefern der CDM letztendlich als market-pull Instrument für Innovationen im Inland und als Instrument zu einem verstärkten Technologietransfer in die Gastländer (neben bereits existierenden Technologietransferprogrammen) substantiell beitragen und – wie im Fall von Biogas – erfolgreich als Türöffner für neue Märkte dienen kann, hängt letztendlich auch von zukünftigen Anrechnungsgrenzen im EU-EH sowie von Preisunterschieden von CERs (bzw. Nachfolgeeinheiten) und EU-Emissionsberechtigungen ab. Baden-württembergische Unternehmen sollten auf Grundlage ihrer Außenhandels- und Patentvorteile und vor dem Hintergrund der zu erwartenden Marktgröße in Zukunft verstärkt auf EET setzen.¹³³ Die aktuellen Exportanteile liegen deutlich hinter dem Potenzial der Branche zurück. Für Papiertechnologien bieten sich in erster Linie technologische oder regionale Nischenstrategien an.

Auf der *Mikroebene*, das heißt, der Ebene der einzelnen Unternehmen, fällt auf, dass in allen Sektoren, besonders aber im Papiersektor, bei Klimapolitik-bedingten organisatorischen Veränderungen noch Nachholbedarf besteht. So könnte die strategische Bedeutung des EU-EH stärker in Geschäftsprozessen verankert werden. Aber auch im Stromsektor hat ein hoher Anteil der Unternehmen CO₂-Kosten noch nicht hinreichend in die Geschäftsprozesse integriert. Insbesondere bei der FuE-Planung sind diese Kosten bisher nur unzureichend berücksichtigt. Die in Fallstudien gemachte und über die Umfragen bestärkte Beobachtung, wonach sich Unternehmen eher an realen Kosten als an Opportunitätskosten orientieren, lässt vermuten, dass viele Unternehmen die Funktionsweise des EU-EH als marktwirtschaftliches Instrument und die Implikationen für die Investitionsrechnung (z. B. bei Modernisierungen) noch nicht vollständig internalisiert haben. Aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive ist eine Orientierung an Opportunitätskosten jedoch notwendig, um Effizienzverluste, die zu höheren Minderungskosten führen, zu vermeiden.

¹³² Bisherige Schätzungen gehen davon aus, dass ab 2013 selbst für Anlagen in so genannten „Carbon Leakage“ Sektoren durchschnittlich immerhin rund 60 % der benötigten Rechte zugekauft werden müssen.

¹³³ Inwiefern der Staat oder das Land Baden-Württemberg diese Bemühungen gegebenenfalls unterstützen soll beziehungsweise kann, war nicht Gegenstand dieses Forschungsvorhabens.

Anhang 1: Fragebögen

Um die Branchenzugehörigkeit und die Position in der Wertschöpfungskette der teilnehmenden Unternehmen zu berücksichtigen, wurden für diese Studie insgesamt sechs verschiedene Fragebogenversionen ausgearbeitet. Im Folgenden sind die Originalfragentexte und Antwortmöglichkeiten dargestellt, die zur Datenerhebung bei den Erzeugungsunternehmen und Technologieanbietern verwendet wurden. Das Layout der programmierten Onlineversion wurde dabei erhalten, auf die Kennzeichnung der Filter und Verzweigungen wurde verzichtet¹³⁴.

Um eine möglichst knappe und übersichtliche Darstellung zu gewährleisten, sind hier die beiden Fragebogenversionen für die Papierbranche exemplarisch aufgeführt. Mit Stern gekennzeichnete Fragen (*) sind in allen Sektorversionen identisch. Abweichende Formulierungen für den Zement- und den Stromsektor sind im Text durch Schrägstrich und graue Schriftfarbe abgesetzt. Sektorspezifische Varianten der Antwortoptionen befinden sich jeweils unter der betreffenden Frage. Die Durchnummerierung der Fragen wurde nur für die schriftliche Darstellung eingeführt, um auf Gemeinsamkeiten zwischen den Fragebögen für die Erzeugungsunternehmen und denen für die Technologieanbieter hinweisen zu können.

Produzenten-Fragebogen

A. Zum Einstieg: Fragen zu Ihrem Unternehmen

Frage A1*

Ist Ihr Unternehmen Teil einer Unternehmensgruppe?

- Ja
 Nein

Im Folgenden beantworten Sie bitte alle Fragen lediglich für das Unternehmen, für das Sie direkt tätig sind, und nicht für Ihr Mutterunternehmen. Bitte berücksichtigen Sie aber bei Ihren Angaben eigene Tochterunternehmen Ihres Unternehmens. Wenn nicht anders erwähnt beziehen Sie bitte Ihre Angaben nur auf die Aktivitäten Ihres Unternehmens in Deutschland.

Frage A2

Welchen Anteil hatte der Verkauf von Papier-/Zellstoffprodukten/ von Zementprodukten/ von selbsterzeugter Elektrizität am gesamten Umsatz Ihres Unternehmens im letzten Geschäftsjahr?

	0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
Papier					
Verkauf von Papierprodukten	<input type="radio"/>				
Verkauf von Zellstoffprodukten	<input type="radio"/>				
Zement&Strom:	0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
	<input type="radio"/>				

¹³⁴ Filter dienen einer effizienteren Beantwortung des Fragebogens, da Teilnehmer einzelne Fragen überspringen oder weniger Antwortkategorien eingeblendet werden, wenn sie aufgrund des bisherigen Antwortverhaltens nicht relevant sind. Umfassende Darstellungen der sechs verschiedenen programmierten Versionen sind auf Anfrage erhältlich.

Frage A3

Welche der folgenden Papierproduktgruppen/ Zementproduktgruppen/ Energieträger bzw. Technologien befinden sich im Portfolio Ihres Unternehmens?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

Papier

- Grafische Papiere
 Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke
 Hygienepapiere
 Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke
 Sonstige Papiere (bitte nennen): _____

Zement

- CEM I
 CEM II
 CEM III
 CEM IV
 Sonstige Zementprodukte (bitte nennen): _____

Strom

- Stein-/Braunkohle
 Gas/Öl
 Kernkraft
 Wasserkraft
 Windenergie
 Andere Erneuerbare Energieträger (inkl. Abfall)
 Sonstige (bitte nennen): _____

Frage A4 (nur Papier)

Welche der folgenden Faserstoffe hat Ihr Unternehmen im Jahr 2008 hergestellt?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Holzstoff
 Zellstoff
 Altpapierstoff

Frage A5 (nur Papier)

Wie stellen Sie den Zellstoff her?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Chemisch
 Chemisch-Mechanisch

Frage A6 (nur Papier&Zement)

Hat Ihr Unternehmen im Jahr 2008 Eigenstromerzeugung betrieben?

- Ja
 Nein
 Weiß nicht

Frage A7 (nur Papier&Zement)

Falls ja: Welchen Anteil an der Eigenstromerzeugung hatten folgende Technologien?

	0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
Biomasse-KWK	<input type="radio"/>				
Sonstige KWK	<input type="radio"/>				
Sonstige Erneuerbare Energien	<input type="radio"/>				

Frage A8

Wie hoch ist in etwa die CO₂-Intensität der Papier-/Zellstoffproduktion/ der Zementproduktion/ Elektrizitäts-erzeugung Ihres Unternehmens?

CO₂-Intensität der Papierproduktion (in t CO₂/t Papier): _____

CO₂-Intensität der Zellstoffproduktion (in t CO₂/t Zellstoff): _____

Zement

_____ t CO₂/t Zement

Strom

ca. _____ kg CO₂/MWh

Sonstiges	<input type="radio"/>				
Zement	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
CEM I	<input type="radio"/>				
CEM II	<input type="radio"/>				
CEM III	<input type="radio"/>				
CEM IV	<input type="radio"/>				
CEM V	<input type="radio"/>				
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="radio"/>				
Brenner-/Ofentechnologie	<input type="radio"/>				
Klinker- und Zementkühler	<input type="radio"/>				
Klinker- und Zementmühlen	<input type="radio"/>				
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>				
Technologie zum Einsatz von biogenen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>				
Technologie zum Einsatz sonstiger Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				
Strom	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Stein-/Braunkohle	<input type="radio"/>				
Gas/Öl	<input type="radio"/>				
Kernkraft	<input type="radio"/>				
Wasserkraft	<input type="radio"/>				
Windenergie	<input type="radio"/>				
Andere erneuerbare Energieträger (incl. Abfall)	<input type="radio"/>				
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (unab- hängig vom Energieträger)	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				

Frage B4

Wie wird sich die CO₂-Intensität der Papier-/Zellstoffproduktion/Zementproduktion/ Elektrizitätserzeugung Ihres Unternehmens durch Ihre Neuanlageninvestitionen der letzten fünf Jahre (2005-2009) verändern?

Papier	stark verringern	<input type="radio"/>	nicht verändern	<input type="radio"/>	stark erhöhen
CO ₂ -Intensität Papierproduktion	<input type="radio"/>				
CO ₂ -Intensität Zellstoffproduktion	<input type="radio"/>				
Zement&Strom	stark verringern	<input type="radio"/>	nicht verändern	<input type="radio"/>	stark erhöhen
	<input type="radio"/>				

Frage B5

Welche Relevanz hatten die folgenden Faktoren bei Ihren Überlegungen, im Zeitraum 2005-2009 in Neuanlagen zu investieren?

	keine Relevanz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	sehr hohe Relevanz
Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen (z. B. Holz, Altpapier/Kalkstein, Hüttensand) ¹³⁵	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten	<input type="radio"/>				
Preise und Nachfrage nach Papier-/Zellstoffprodukten/ Zementprodukten/ Elektrizität	<input type="radio"/>				
Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien	<input type="radio"/>				
Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland (z. B. für Erneuerbare Energien oder KWK)	<input type="radio"/>				
EU-Emissionshandel	<input type="radio"/>				
Clean Development Mechanism (CDM) und potentielle Nachfolgemechanismen	<input type="radio"/>				
Langfristige europäische/globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion	<input type="radio"/>				
Andere Gründe(falls zutreffend, bitte nennen): _____	<input type="radio"/>				

¹³⁵ Diese Antwortoption fehlt im Fragebogen für Elektrizitätsversorgungsunternehmen.

Frage B6*

Welche Relevanz hatte Ihrer Meinung nach die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten im EU-Emissionshandel für Ihre Überlegungen, in den letzten fünf Jahren (2005-2009) in Neuanlagen zu investieren?

keine Relevanz ○ ○ ○ ○ sehr hohe Relevanz weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○ ○

Frage B7

Welche Auswirkung hatte die Gratiszuteilung von Emissionsrechten im EU-Emissionshandel für folgende Aspekte Ihrer Investitionsentscheidungen für Neuanlagen der letzten fünf Jahre (2005-2009)?

Bitte berücksichtigen Sie dabei nur Ihre Neuanlagen für die Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ Elektrizitätserzeugung.

Papier&Zement

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die Investitionsentscheidung per se stark hinderlich ○ ○ neutral ○ ○ stark förderlich weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○

Auswirkung der Gratiszuteilung auf den Investitionszeitpunkt stark verzögernd ○ ○ neutral ○ ○ stark beschleunigend weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die Anlagenkapazität stark verringert ○ ○ neutral ○ ○ stark erhöhend weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○

Strom

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die Investitionsentscheidung per se

...für Kohlekraftwerke stark hinderlich ○ ○ neutral ○ ○ stark förderlich weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○

...für Gaskraftwerke ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Auswirkung der Gratiszuteilung auf den Investitionszeitpunkt

...für Kohlekraftwerke stark verzögernd ○ ○ neutral ○ ○ stark beschleunigend weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○

...für Gaskraftwerke ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die Anlagenkapazität

...für Kohlekraftwerke stark verringert ○ ○ neutral ○ ○ stark erhöhend weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○

...für Gaskraftwerke ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die Wahl verschiedener Technologien

...für Kohlekraftwerke stark hinderlich ○ ○ neutral ○ ○ stark förderlich weiß nicht
○ ○ ○ ○ ○

...für Gaskraftwerke ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

...für Kraft-Wärme-Kopplung ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Frage B8

Welcher Anteil Ihrer Neuanlagen der letzten fünf Jahre (2005-2009) stellt eine bedeutende technische Neuheit dar für...

Papier

...die Papier-/Zellstoffproduktion Ihres Unternehmens? 0 % 1-25 % 26-50 % 51-75 % 76-100 %
○ ○ ○ ○ ○

...die Papier- und Zellstoffbranche weltweit? ○ ○ ○ ○ ○

Zement

...die Zementproduktion Ihres Unternehmens? 0 % 1-25 % 26-50 % 51-75 % 76-100 %
○ ○ ○ ○ ○

...die Zementbranche weltweit? ○ ○ ○ ○ ○

Strom

...den Kraftwerkspark Ihres Unternehmens? 0 % 1-25 % 26-50 % 51-75 % 76-100 %
○ ○ ○ ○ ○

...den Elektrizitätssektor weltweit? ○ ○ ○ ○ ○

Frage B9*

Auf welchen Anteil Ihrer Neuanlagen der letzten fünf Jahre (2005-2009) treffen folgende Aussagen zu?

Die Technologie baut stark auf den existierenden Fähigkeiten des Unternehmens auf. 0 % 1-25 % 26-50 % 51-75 % 76-100 %
○ ○ ○ ○ ○

Die Investition erfordert völlig neues technologisches Know-how in Ihrem Unternehmen. ○ ○ ○ ○ ○

C. Ihre Investitionen in Modernisierungen

Frage C1

Hat sich Ihr Unternehmen innerhalb der letzten zehn Jahre (2000-2009) für Investitionen in Modernisierungen für die Papier-/Zellstoffproduktion/ für die Zementproduktion/ von Elektrizitätserzeugungsanlagen entschieden?

Hierbei spielt es keine Rolle, ob diese Modernisierungen erst in Planung, in Bau oder schon in Betrieb sind – Hauptsache, die Entscheidung ist bereits gefallen.

- Ja Nein

Frage C2

Falls ja: Bei welchen der folgenden Produktgruppen bzw. Prozessen/ .../ Energieträger bzw. Technologien für die Produktion von Papier-/Zellstoff/ von Zement/ zur Elektrizitätserzeugung hat Ihr Unternehmen in den letzten zehn Jahren (2000-2009) in Modernisierungen investiert?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten getrennt nach den zwei Fünfjahreszeiträumen 2000-2004 und 2005-2009 aus.

Papier	2000-2004	2005-2009			
Grafische Papiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Hygienepapiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Holzstoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Zellstoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Altpapierstoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Stromerzeugung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Wärmeerzeugung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sonstiges (bitte nennen): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Zement	2000-2004	2005-2009	Strom	2000-2004	2005-2009
CEM I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stein-/Braunkohle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gas/Öl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kernkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM IV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wasserkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Windenergie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Andere erneuerbare Energieträger (incl. Abfall)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brenner-/Ofentechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	KWK (unabhängig vom Energieträger)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klinker- und Zementkühler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstiges (bitte nennen): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klinker- und Zementmühlen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Technologie zum Einsatz von biogenen Sekundärbrennstoffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Technologie zum Einsatz sonstiger Sekundärbrennstoffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sonstiges (bitte nennen): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Frage C3

Wie hat sich Ihr Investitionsvolumen für Modernisierungen innerhalb der letzten fünf Jahre (2005-2009) im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) verändert?

Insgesamt für Modernisierungen	stark gesunken	<input type="radio"/>	gleich geblieben	<input type="radio"/>	stark gestiegen
Papier	<input type="radio"/>				
Grafische Papiere	<input type="radio"/>				
Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke	<input type="radio"/>				
Hygienepapiere	<input type="radio"/>				
Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke	<input type="radio"/>				
Holzstoff	<input type="radio"/>				
Zellstoff	<input type="radio"/>				
Altpapierstoff	<input type="radio"/>				
Stromerzeugung	<input type="radio"/>				
Wärmeerzeugung	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				

	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Zement					
CEM I	<input type="radio"/>				
CEM II	<input type="radio"/>				
CEM III	<input type="radio"/>				
CEM IV	<input type="radio"/>				
CEM V	<input type="radio"/>				
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="radio"/>				
Brenner-/Ofentechnologie	<input type="radio"/>				
Klinker- und Zementkühler	<input type="radio"/>				
Klinker- und Zementmühlen	<input type="radio"/>				
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>				
Technologie zum Einsatz von biogenen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>				
Technologie zum Einsatz sonstiger Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				
Strom					
Stein-/Braunkohle	<input type="radio"/>				
Gas/Öl	<input type="radio"/>				
Kernkraft	<input type="radio"/>				
Wasserkraft	<input type="radio"/>				
Windenergie	<input type="radio"/>				
Andere erneuerbare Energieträger (incl. Abfall)	<input type="radio"/>				
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (unab- hängig vom Energieträger)	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				

Frage C4

Wie wird sich die CO₂-Intensität der Produktion/der Elektrizitätserzeugung Ihres Unternehmens für folgende Produktgruppen auf Grund der Modernisierungen der letzten fünf Jahre (2005-2009) verändern?

Vernachlässigen Sie bitte dabei eventuelle Modernisierungen von Anlagen zur Eigenstromerzeugung.

Papier	stark verringern		nicht verändern		stark erhöhen
CO ₂ -Intensität Papierproduktion	<input type="radio"/>				
CO ₂ -Intensität Zellstoffproduktion	<input type="radio"/>				
Zement&Strom					
	<input type="radio"/>				

Frage C5

Welche Relevanz hatten in den letzten fünf Jahren (2005-2009) die folgenden Faktoren bei Überlegungen Ihres Unternehmens zu Modernisierungen?

Bitte beantworten Sie die Frage auch, wenn Ihr Unternehmen keine Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt hat.

	keine Rele- vanz				sehr hohe Relevanz
Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen (z. B. Holz, Altpapier/Kalkstein, Hüttensand) ¹³⁶	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Kompo- nenten	<input type="radio"/>				
Preise und Nachfrage nach Papier-/Zellstoffprodukten/ Zementprodukten/ Elektrizität	<input type="radio"/>				
Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien	<input type="radio"/>				
Technologiespezifische Regulierungen und Förderpoli- tik im Investitionsland (z. B. für Erneuerbare Energien oder KWK)	<input type="radio"/>				
EU-Emissionshandel	<input type="radio"/>				
Clean Development Mechanism (CDM) und potentielle Nachfolgemechanismen	<input type="radio"/>				
Langfristige europäische/globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion	<input type="radio"/>				
Andere Gründe (falls zutreffend, bitte nennen): _____	<input type="radio"/>				

¹³⁶ Diese Antwortoption bestand nur für Papier-/Zellstoff- und Zementhersteller.

Frage C6*

Welche Relevanz hatte Ihrer Meinung nach die kostenlose Zuteilung an Emissionsrechten im EU-Emissionshandel für Ihre Überlegungen zu Modernisierungen in den letzten fünf Jahren (2005-2009)?

keine Relevanz sehr hohe Relevanz weiß nicht

Frage C7

Welche Auswirkung hatte der EU-Emissionshandel auf folgende Aspekte Ihrer Modernisierungsüberlegungen für die Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ Kohle- und Gaskraftwerke?

Papier&Zement

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die Modernisierungsentscheidung per se stark hinderlich neutral stark förderlich weiß nicht

Auswirkung der Gratiszuteilung auf den Investitionszeitpunkt stark verzögernd neutral stark beschleunigend weiß nicht

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die CO₂-Intensität stark verringern neutral stark erhöhend weiß nicht

Strom

Auswirkung der Gratiszuteilung auf die Modernisierungsentscheidung per se
 ...für Kohlekraftwerke stark hinderlich neutral stark förderlich weiß nicht
 ...für Gaskraftwerke
 ...für KWK (unabhängig vom Energieträger)

Auswirkung der Gratiszuteilung auf den Investitionszeitpunkt
 ...für Kohlekraftwerke stark verzögernd neutral stark beschleunigend weiß nicht
 ...für Gaskraftwerke
 ...für KWK (unabhängig vom Energieträger)

Auswirkung der Gratiszuteilung auf den Effizienzgrad der Anlage
 ...für Kohlekraftwerke stark verringern neutral stark erhöhend weiß nicht
 ...für Gaskraftwerke
 ...für KWK (unabhängig vom Energieträger)

D. Ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten

Im folgenden Fragenblock zu Ihren FuE-Aktivitäten berücksichtigen Sie bitte Ihre FuE-Aktivitäten in Deutschland und im Ausland.

Frage D1

Hat Ihr Unternehmen innerhalb der letzten zehn Jahre (2000-2009) in Forschung und Entwicklung (inkl. Pilot- und Demonstrationsprojekte) für die Papier-/Zellstoffproduktion/ für die Zementproduktion/ für den Elektrizitätssektor investiert?

Es spielt keine Rolle, ob diese Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten erst im Aufbau, bereits im Gange oder schon abgeschlossen sind.

Ja Nein

Frage D2

Falls ja: Bei welchen der folgenden Technologien/Prozessen und Produktgruppen/ Energieträger bzw. Technologien hat Ihr Unternehmen in den letzten zehn Jahren (2000-2009) in FuE-Aktivitäten investiert?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten getrennt nach den zwei Fünfjahreszeiträumen 2000-2004 und 2005-2009 aus.

Papier

FuE bei welchen Technologien/Prozessen?

	2000-2004	2005-2009
Sortierer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siebpartie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presspartie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trockenpartie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holzstoffherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zellstoffherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altpapieraufbereitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stromproduktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmeproduktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges (<i>bitte nennen</i>): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Und FuE bei welchen Produktgruppen?

	2000-2004	2005-2009
Grafische Papiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hygienepapiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Papiere (<i>bitte nennen</i>): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FuE bei welchen Technologien/Prozessen?

Zement	2000-2004	2005-2009
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brenner-/Ofentechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klinker- und Zementkühler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klinker- und Zementmühlen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie zum Ersatz biogener Sekundärbrennstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie zum Ersatz sonstiger Sekundärbrennstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carbon Capture and Storage (CCS)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Und FuE bei welchen Produktgruppen?

	2000-2004	2005-2009
CEM I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM IV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CEM V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Strom

	2000-2004	2005-2009
Stein-/Braunkohle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas/Öl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carbon Capture and Storage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kernkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasserkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Windenergie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere erneuerbare Energieträger (inkl. Abfall)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maßnahmen beim Kunden (z. B. Contracting, Demand Side Management)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage D3

Wie hat sich Ihr FuE-Investitionsvolumen der letzten fünf Jahre (2005-2009) im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) verändert?

Insgesamt, pro Technologie/Prozess und pro Produktgruppe/ pro Technologie bzw. Energieträger.

Insgesamt für FuE

stark gesunken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	gleich geblieben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	stark gestiegen	<input type="radio"/>
----------------	-----------------------	-----------------------	------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------	-----------------------

Papier

Für folgende Technologien bzw. Prozesse:

Sortierer	<input type="radio"/>				
Siebpartie	<input type="radio"/>				
Presspartie	<input type="radio"/>				
Trockenpartie	<input type="radio"/>				
Holzstoffherstellung	<input type="radio"/>				
Zellstoffherstellung	<input type="radio"/>				
Altpapieraufbereitung	<input type="radio"/>				
Stromproduktion	<input type="radio"/>				
Wärmeproduktion	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				

Für folgende Produktgruppen:

Grafische Papiere	<input type="radio"/>				
Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke	<input type="radio"/>				

Hygienepapiere	<input type="radio"/>				
Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke	<input type="radio"/>				
Sonstige Papiere	<input type="radio"/>				
Zement	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Für folgende Technologien bzw. Prozesse:					
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="radio"/>				
Brenner-/Ofentechnologie	<input type="radio"/>				
Klinker- und Zementkühler	<input type="radio"/>				
Klinker- und Zementmühlen	<input type="radio"/>				
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>				
Technologie zum Ersatz biogener Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				
Technologie zum Ersatz sonstiger Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				
Carbon Capture and Storage (CCS)	<input type="radio"/>				
Für folgende Produktgruppen:					
CEM I	<input type="radio"/>				
CEM II	<input type="radio"/>				
CEM III	<input type="radio"/>				
CEM IV	<input type="radio"/>				
CEM V	<input type="radio"/>				
Strom	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Stein-/Braunkohle	<input type="radio"/>				
Gas/Öl	<input type="radio"/>				
Carbon Capture and Storage (CCS)	<input type="radio"/>				
Kernkraft	<input type="radio"/>				
Wasserkraft	<input type="radio"/>				
Windenergie	<input type="radio"/>				
Andere erneuerbare Energieträger (inkl. Abfall)	<input type="radio"/>				
KWK (unabhängig vom Energieträger)	<input type="radio"/>				
Maßnahmen beim Kunden (z. B. Contracting, Demand Side Management)	<input type="radio"/>				

Frage D4

Wenn erfolgreich, wie wird sich durch Ihre FuE-Aktivitäten der letzten fünf Jahre (2005-2009) die CO₂-Intensität Ihrer Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ Elektrizitätserzeugung verändern?

Vernachlässigen Sie bitte dabei eventuelle FuE-Aktivitäten zur Eigenstromerzeugung. ¹³⁷

Papier	stark verringern		nicht verändern		stark erhöhen
CO ₂ -Intensität Papierproduktion	<input type="radio"/>				
CO ₂ -Intensität Zellstoffproduktion	<input type="radio"/>				
Zement&Strom	stark verringern		nicht verändern		stark erhöhen
	<input type="radio"/>				

Frage D5

Welche Relevanz hatten für Ihr Unternehmen die folgenden Faktoren bei Investitionsüberlegungen zu FuE-Aktivitäten (inkl. Pilot-/Demonstrationsprojekte) Ihrer Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ Elektrizitätserzeugung der letzten fünf Jahre (2005-2009)?

Es geht dabei um die Wichtigkeit der Faktoren ganz allgemein, also unabhängig ob sie fördernd oder hemmend auf die FuE-Aktivitäten in Ihrem Unternehmen gewirkt haben.

	keine Relevanz				sehr hohe Relevanz
Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen (z. B. Holz, Altpapier/Kalkstein, Hüttensand) ¹³⁸	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten	<input type="radio"/>				
Preise und Nachfrage nach Papier-/Zellstoffprodukten/ Zementprodukten/ Elektrizität	<input type="radio"/>				
Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien	<input type="radio"/>				

¹³⁷ Dieser Hinweis steht nur in den Fragebögen für Papier- und Zementproduzenten.

¹³⁸ Diese Antwortoption fehlt im Fragebogen für Elektrizitätsversorgungsunternehmen.

Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland (z. B. für Erneuerbare Energien oder KWK)	<input type="radio"/>				
EU-Emissionshandel	<input type="radio"/>				
Clean Development Mechanism (CDM) und potentielle Nachfolgemechanismen	<input type="radio"/>				
Langfristige europäische/globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion	<input type="radio"/>				
Andere Gründe(falls zutreffend, bitte nennen): _____	<input type="radio"/>				

Frage D6

Welche Relevanz hatte Ihrer Meinung nach die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten im EU-Emissionshandel für Ihre Investitionsüberlegungen zu FuE-Aktivitäten der letzten fünf Jahre (2005-2009)?

Papier	keine Relevanz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	sehr hohe Relevanz	weiß nicht
FuE für Papier-/Zellstoffproduktion	<input type="radio"/>					
Zement	keine Relevanz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	sehr hohe Relevanz	weiß nicht
FuE für Papier-/Zellstoffproduktion	<input type="radio"/>					
Strom	keine Relevanz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	sehr hohe Relevanz	weiß nicht
	<input type="radio"/>					

Frage D7

Auf welchen Anteil Ihrer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (inkl. Pilot- und Demonstrationsprojekte) für die Papier-/Zellstoffproduktion/ für die Zementproduktion/ für die Elektrizitätserzeugung der letzten fünf Jahre (2005-2009) treffen folgende Aussagen zu?

Die FuE-Aktivität...	0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
...verspricht nur in geringen technologischen Verbesserungen zu resultieren.	<input type="radio"/>				
...verspricht zu technologischen Durchbrüchen zu führen.	<input type="radio"/>				
...baut stark auf den existierenden Fähigkeiten Ihres Unternehmens auf.	<input type="radio"/>				
... erfordert völlig neues technologisches Know-how in Ihrem Unternehmen.	<input type="radio"/>				

E. Organisatorische Veränderungen in Ihrem Unternehmen

Bitte berücksichtigen Sie bei Ihren Angaben zu organisatorischen Veränderungen nur Ihre inländischen Aktivitäten in Deutschland.

Frage E1*

Hat Ihr Unternehmen in den letzten fünf Jahren (2005-2009) ...

	Ja	Nein	weiß nicht
... neue strategische Einheiten im Bereich Klimaschutz etabliert? (z. B. Geschäftseinheit für CDM/JI oder Erneuerbare Energien, Stabsstelle für CO2/Klimapolitik)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... einen Verantwortlichen bzw. Koordinator für die Themen CO2/Klimapolitik benannt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... klimarelevante FuE-Partnerschaften intensiviert?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Faktor CO2 standardmäßig in allen operativen Geschäftsbereichen integriert? (z. B. in Handel, Controlling/Rechnungswesen, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Faktor CO2 standardmäßig in die Investitionsrechnungen integriert?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Faktor CO2 standardmäßig in die FuE-Planung integriert?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... CO2-Bilanzen für hergestellte Produkte eingeführt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... sich auf Ebene der Geschäftsleitung verstärkt mit den Themen CO2/Klimapolitik beschäftigt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... eigene klimarelevante Ziele eingeführt oder ausgebaut? (z. B. interne CO2- und Energieeffizienz-Minderungsziele, Ziele zum Ausbau von Erneuerbaren Energien)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Faktor CO2/Klimapolitik bei der Erstellung von Zukunftsszenarien integriert?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

F. Ihre Investitionen in neue Märkte

Frage F1

Hat Ihr Unternehmen in den letzten fünf Jahren (2005-2009) Investitionen in Anlagen zur Papier-/Zellstoffproduktion/ zur Zementproduktion/ zur Elektrizitätserzeugung in neuen Regionen getätigt?

Es spielt keine Rolle, ob diese Anlagen erst in Planung, in Bau oder schon im Betrieb sind – Hauptsache, die Entscheidung ist bereits gefallen.

- Ja
 Nein
 Weiß nicht

Frage F2*

Darüber hinaus:

Hat sich Ihr Unternehmen in den letzten fünf Jahren (2005-2009) Zertifikate (CER) aus Projekten des Clean Development Mechanism (CDM) gesichert?

(inkl. Futures und erwartete Zertifikate)

- Ja
 Nein
 Weiß nicht

Frage F3

In welchen neuen Regionen hat Ihr Unternehmen in den letzten fünf Jahren (2005-2009) vorwiegend Anlageninvestitionen getätigt?

Bitte wählen Sie alle relevanten Regionen aus.

Papier

- Deutschland
 EU-15 (alte Mitgliedstaaten)
 EU-12 (neue Mitgliedstaaten)
 Russland/ Osteuropa außerhalb der EU
 Asien
 Nordamerika
 Sonstige Industrieländer
 Sonstige Entwicklungs- und Schwellenländer

Zement

- Deutschland
 EU-15 (alte Mitgliedstaaten)
 EU-12 (neue Mitgliedstaaten)
 Russland/ Osteuropa außerhalb der EU
 Nordamerika
 China
 Indien
 Nordafrika
 Sonstige Industrieländer
 Sonstige Entwicklungs- und Schwellenländer

Strom

- Deutschland
 EU-15 (alte Mitgliedstaaten)
 EU-12 (neue Mitgliedstaaten)
 OECD ohne EU
 Nordamerika
 China
 Indien
 Nordafrika
 Sonstige Industrieländer
 Sonstige Entwicklungs- und Schwellenländer

Frage F4a (nur Papier&Zement)

Welcher Anteil Ihrer Produktion an Papier-/Zellstoff/ an Zement wurde innerhalb der letzten fünf Jahre (2005-2009) ins außereuropäische Ausland verlagert?

Machen Sie bitte die Angaben in Prozent der Gesamtproduktion.

- 0% 1-25% 26-50% 51-75% 76-100%

Frage F4b (nur Strom)

Welche Relevanz hatten für Ihr Unternehmen die folgenden Faktoren für die Wahl dieser neuen Erzeugungsgeneration(en)?

Es geht dabei um die Wichtigkeit der Faktoren ganz allgemein, also unabhängig ob sie fördernd oder hemmend auf die FuE-Aktivitäten in Ihrem Unternehmen gewirkt haben.

- | | keine Relevanz | | | | sehr hohe Relevanz |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen | <input type="radio"/> |
| Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten | <input type="radio"/> |
| Preise und Nachfrage nach Elektrizität | <input type="radio"/> |
| Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien | <input type="radio"/> |
| Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im | <input type="radio"/> |

Investitionsland (z. B. für Erneuerbare Energien oder KWK)					
EU-Emissionshandel	<input type="radio"/>				
Clean Development Mechanism (CDM) und potentielle Nachfolgemechanismen	<input type="radio"/>				
Langfristige europäische/globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion					
Andere Gründe (falls zutreffend, bitte nennen): _____	<input type="radio"/>				

Frage F5*

Was waren die Gründe, die gegen eine Nutzung von Zertifikaten aus dem Clean Development Mechanism gesprochen haben?

Bitte kreuzen Sie alle zutreffenden Antworten an.

- Kein Bedarf an Zertifikaten
- Zu geringer Preisvorteil gegenüber EUAs (aus Emissionshandel) oder eigenen Maßnahmen
- Unsicherheit über Zukunft des CDM (über 2012 hinaus) zu groß
- Risiken in Entwicklungsländern zu hoch
- Risiken und Dauer der Anerkennung der Zertifikate durch UNFCCC zu hoch
- Andere Gründe (bitte nennen): _____

Frage F6*

Auf welche Art hat sich Ihr Unternehmen die Zertifikate (CERs) aus dem Clean Development Mechanism (CDM) in den letzten fünf Jahren (2005-2009) gesichert?

Bitte kreuzen Sie alle zutreffenden Antworten an.

- Kauf von CDM-Zertifikaten auf dem Spot Markt (z. B. Börse)
- Abschluss von Verträgen zum zukünftigen Erwerb von CDM-Zertifikaten (Futures)
- Beteiligung an Fonds zum Erwerb von CDM-Zertifikaten
- Vorabinvestitionen in CDM-Projekte

Frage F7*

Welche Relevanz hatten für Ihr Unternehmen die folgenden Faktoren bei der Auswahl von CDM-Projekten in den letzten fünf Jahren (2005-2009)?

	keine Relevanz				sehr hohe Relevanz	weiß nicht
Gastland (Land, in dem ein Projekt stattfindet)	<input type="radio"/>					
CDM-spezifische Aspekte (z. B. Methodologie)	<input type="radio"/>					
Übereinstimmung des Projekts mit eigenen technischen Kompetenzen	<input type="radio"/>					
Kosten der Zertifikate	<input type="radio"/>					
Projektvolumina (Anzahl an Zertifikaten je Projekt)	<input type="radio"/>					

G. Klimapolitik und deren Bedeutung für Ihr Unternehmen

Frage G1*

Welchen CO₂-Preis erwarten Sie im Jahr...

(pro Tonne nach heutigem Wert in Euro)

	0 – 5	6 – 20	21 – 35	36 – 50	51 – 100	>100
...2012	<input type="radio"/>					
...2020	<input type="radio"/>					

Frage G2*

Wie sicher sind Sie sich bezüglich Ihrer Preiseinschätzung?

	sehr unsicher				sehr sicher
...2012	<input type="radio"/>				
...2020	<input type="radio"/>				

Frage G10*

Wie wird sich die Bedeutung von Klimapolitik im Allgemeinen für Ihre zukünftigen Investitionsentscheidungen in Modernisierungen Ihrer Meinung nach ändern?

	Stark abnehmen		gleich bleiben		stark zunehmen	weiß nicht
...2012	<input type="radio"/>					
...2020	<input type="radio"/>					

Frage G11*

Wie wird sich die Bedeutung von Klimapolitik im Allgemeinen für zukünftige Investitionsentscheidungen in Forschung und Entwicklung Ihrer Meinung nach ändern?

	Stark abnehmen		gleich bleiben		stark zunehmen	weiß nicht
...2012	<input type="radio"/>					
...2020	<input type="radio"/>					

H. Geschäftsumfeld Ihres Unternehmen

In dem folgenden Fragenblock geht es um die Bedeutung von Einflüssen aus dem Umfeld, in dem sich Ihr Unternehmen in Deutschland bewegt.

Frage H1

Bitte beurteilen Sie, inwieweit Ihr Unternehmen von den folgenden Aspekten in den letzten fünf Jahren (2005-2009) negativ oder positiv betroffen war.

Papier

Betroffenheit von der Entwicklung**folgender Marktpreise:**

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Papier-/Zellstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Altpapierpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Holzpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Brennstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Anlagenpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strompreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CO ₂ -Preise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von der**öffentlichen Meinung zu:**

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Papier-/Zellstoffproduktion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Biogenen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Sonstigen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen hinsichtlich:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Erneuerbaren Energien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Immissionsschutz (BlmschG)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in Deutschland	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die EU	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zement

Betroffenheit von der Entwicklung**folgender Marktpreise:**

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Zementpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Brennstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Anlagenpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strompreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CO ₂ -Preise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von der**öffentlichen Meinung zu:**

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Zementproduktion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CCS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Biogenen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Sonstigen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen hinsichtlich:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Erneuerbaren Energien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Immissionsschutz (BlmschG)	<input type="radio"/>				
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in Deutschland	<input type="radio"/>				
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die EU	<input type="radio"/>				

Strom

Betroffenheit von der Entwicklung**folgender Marktpreise:**

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Brennstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Anlagenpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strompreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CO ₂ -Preise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von der öffentlichen Meinung zu:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Braun-/Steinkohle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kernkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CCS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen hinsichtlich:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Erneuerbaren Energien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kernkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strommarktregulierung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in Deutschland	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die EU	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

I. Allgemeine Angaben zu Ihrem Unternehmen

Zum Abschluss des Fragebogens möchten wir Ihnen noch allgemeine Fragen zu Ihrem Unternehmen – wiederum beschränkt auf Angaben für Deutschland – stellen.

Frage I1

Wie hoch war die Papierproduktion/ Zementproduktion/Elektrizitätserzeugungskapazität Ihres Unternehmens im Jahr 2008?

Bitte machen Sie Ihre Angaben in 1.000 t / Bitte geben Sie die Nettoleistung an.

Papier	<10	10-50	50-250	250-500	>500
	<input type="radio"/>				
Zement	<50	50-250	250-500	500-5000	>5000
	<input type="radio"/>				
Strom					
_____ MW _e					

Frage I2 (nur Papier)

Wie hoch war die Faserstoffproduktion Ihres Unternehmens im Jahr 2008?

Bitte machen Sie Ihre Angaben in 1.000 t.

<10	10-100	100-300	300-600	>600
<input type="radio"/>				

Frage I3 (nur Papier)

Wieviel Prozent Altpapier haben Sie durchschnittlich in den letzten fünf Jahren (2005-2009) für Ihre Papierproduktion eingesetzt?

0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
<input type="radio"/>				

Frage I4

Auf welche Produktgruppen/ Energieträger bzw. Technologien teilte sich Ihre Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ Elektrizitätserzeugung im Jahr 2008 auf?

Bitte schätzen Sie den ungefähren Anteil der erzeugten Produktionsmenge/ der elektrisch erzeugten Nettoenergie für Ihr anfangs genanntes Portfolio ein. In Summe sollen sich ca. 100 % ergeben.

Papier

Grafische Papiere _____ %

Papier, Karton & Pappe für Verpackungszwecke _____ %

Hygienepapiere	_____	%
Papier & Pappe für technische & spezielle Verwendungszwecke	_____	%
Holzstoff	_____	%
Zellstoff	_____	%
Altpapierstoff	_____	%
Sonstiges	_____	%
Zement		
CEM I	_____	%
CEM II	_____	%
CEM III	_____	%
CEM IV	_____	%
CEM V	_____	%
Sonstiges	_____	%
Strom		
Stein/-Braunkohle	_____	%
Gas/Öl	_____	%
Carbon Capture and Storage (CCS)	_____	%
Kernkraft	_____	%
Wasserkraft	_____	%
Windenergie	_____	%
Andere erneuerbare Energieträger (inkl. Abfall)	_____	%
KWK (unabhängig vom Energieträger)	_____	%
Maßnahmen beim Kunden (z. B. Contracting, Demand Side Management)	_____	%
Sonstiges	_____	%

Frage I5a

Welcher Anteil der Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ der Gesamtstromerzeugung Ihres Unternehmens wird in etwa in Deutschland produziert?

_____ %

Frage I5b (nur Strom)

Wie hoch ist in etwa der tatsächlich aus KWK erzeugte Anteil an Ihrer Netto-Elektrizitätserzeugung?

0 % 1-10 % 11-25 % 26-50 % >75 %

Frage I6*

Rückblickend für das Jahr 2005: Wie beurteilen Sie Ihre damaligen Anlagen hinsichtlich des generellen Bedarfs bezüglich ...

	Kein Bedarf				Hoher Bedarf	Weiß nicht
...des Neubaus von Anlagen (als Ersatz oder für Kapazitätserweiterung)	<input type="radio"/>					
...der Modernisierung von Anlagen	<input type="radio"/>					

Frage I7*

Wie hoch schätzen Sie den Anteil der Energiekosten/ .../ der Brennstoffkosten am Umsatz Ihres Unternehmens? Bitte berücksichtigen Sie dabei Brennstoff- und Stromkosten.

Papier	<5 % <input type="radio"/>	5-10 % <input type="radio"/>	11-15 % <input type="radio"/>	16-20 % <input type="radio"/>	21-25 % <input type="radio"/>	>25 % <input type="radio"/>
Zement&Strom	<5 % <input type="radio"/>	5-10 % <input type="radio"/>	11-20 % <input type="radio"/>	21-30 % <input type="radio"/>	31-50 % <input type="radio"/>	>50 % <input type="radio"/>

Frage I8 (nur Papier&Zement)

Wie hoch war in 2008 Ihre Eigenstromerzeugungskapazität?

Bitte geben Sie die Nettoleistung an.

_____ MW_{el}

Frage I9 (nur Papier&Zement)

Wie hoch war in etwa der Anteil der im Folgenden genannten Energieträger, die Ihr Unternehmen im letzten Geschäftsjahr genutzt hat?

Berücksichtigen Sie bitte auch den Brennstoffeinsatz für die Eigenstromerzeugung.

	0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
Stromfremdbezug	<input type="radio"/>				
Gas, Öl	<input type="radio"/>				
Kohle	<input type="radio"/>				
Biogene Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				
Sonstige Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				

Frage I10 (nur Papier&Zement)

Wie hat sich der Anteil der einzelnen Energieträger in den letzten fünf Jahren (2005-2009) verändert?

Berücksichtigen Sie bitte auch den Brennstoffeinsatz für die Eigenstromerzeugung.

	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Stromfremdbezug	<input type="radio"/>				
Gas, Öl	<input type="radio"/>				
Kohle	<input type="radio"/>				
Biogene Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				
Sonstige Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				

Frage I11

Hat Ihr Unternehmen ein Budget für Forschung und Entwicklung (FuE)?

Bitte berücksichtigen Sie hierbei alle Unternehmenssparten, also nicht nur die Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ Elektrizitätserzeugung.

- Ja
 Nein
 weiß nicht

Frage I12*

Wie hoch schätzen Sie den Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz Ihres Unternehmens in 2008 ein?

_____ %

Falls nicht 2008, dann im Jahr:

Frage I13*

Wie hoch schätzen Sie den Anteil der Mitarbeiter ein, der sich mit Forschung und Entwicklung beschäftigt, bezogen auf die gesamte Mitarbeiterzahl Ihres Unternehmens in 2008?

_____ %

Falls nicht 2008, dann im Jahr:

Frage I14*

Hat Ihr Unternehmen (bzw. einzelne Standorte) ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem?

Zum Beispiel nach ISO 14000 oder EMAS.

- Ja Nein

Frage I15*

Welcher Anteil Ihrer Mitarbeiter hat in den letzten drei Jahren (2006-2008) an einer Fortbildung mit Umweltbezug teilgenommen?

0-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %	weiß nicht
<input type="radio"/>					

Frage I16*

Wie viele Beschäftigte hatte Ihr gesamtes Unternehmen im Jahr 2008?

<10	10-49	50-249	250-999	1000-10.000	>10.000
<input type="radio"/>					

Frage I17*

Wie hoch war der Umsatz Ihres gesamten Unternehmens im Jahr 2008?

<2 Mio. €	2-10 Mio. €	10-50 Mio.€	50-500 Mio.€	> 500 Mio.€
<input type="radio"/>				

Frage I18***Wie hat sich der Umsatz Ihres Unternehmens seit 2005 entwickelt?**

stark gesunken gleich geblieben stark gestiegen weiß nicht

Frage I19***Bitte geben Sie an, um wie viel Prozent der Umsatz Ihres Unternehmens aufgrund der Wirtschaftskrise gesunken ist?**

0 % 1-5 % 6-10 % 11-20 % >20 % weiß nicht

Frage I20**Da Ihr Unternehmen Teil einer Unternehmensgruppe ist, möchten wir Sie abschließend noch kurz zu Ihrem **Mutterunternehmen** befragen.***In welchem Land befindet sich der Hauptsitz Ihrer Unternehmensgruppe?***Bitte wählen Sie das Land aus der Liste aus.*

AT – Österreich	GR – Griechenland	NO – Norwegen
AU – Australien	HU – Ungarn	NZ – Neuseeland
BE – Belgien	IE – Irland	PL – Polen
BG – Bulgarien	IS – Island	PT – Portugal
CA – Kanada	IT – Italien	RO – Rumänien
CH – Schweiz	JP – Japan	SE – Schweden
CY – Zypern	KP – Korea	SI – Slowenien
CZ – Tschechische Republik	LT – Litauen	SK – Slowakei
DE – Deutschland	LU – Luxemburg	TR – Türkei
DK – Dänemark	LV – Lettland	UK – Vereinigtes Königreich
EE – Estland	MT – Malta	US – Vereinigte Staaten
ES – Spanien	MX – Mexiko	Anderes Land
FI – Finnland	NL – Niederlanden	
FR – Frankreich		

Frage I21***Welche Rolle spielt Ihr Mutterunternehmen bei Investitionsentscheidungen?***Gemeint sind strategische Entscheidungen zu Neuanlagen, zum Erzeugungsportfolio oder zu FuE-Aktivitäten.*

Keine Rolle eine sehr wichtige Rolle

Frage I22**Besitzt Ihr Mutterunternehmen neben Ihrem Unternehmen noch ein oder mehrere weitere Unternehmen mit eigener Papier-/Zellstoffproduktionskapazität/ Zementproduktionskapazität/ Elektrizitätserzeugungskapazität?***Bitte berücksichtigen Sie dabei Unternehmen in Deutschland und im Ausland*

Ja Nein

Frage I23***Falls ja: Wie hoch ist die CO₂-Intensität Ihres eigenen Erzeugungsportfolios im Vergleich zum Gesamterzeugungsportfolio Ihres Mutterunternehmens (weltweit)?**

wesentlich geringer ungefähr gleich wesentlich höher

Frage I24 (nur Strom)**Zu den Neuanlageninvestitionen Ihres Mutterunternehmens:****Wie hat sich der Anteil an Investitionen in erneuerbare Technologien in den letzten 5 Jahren (2005-2009) im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) verändert?***Bitte berücksichtigen Sie Investitionen in Neuanlagen zur Elektrizitätserzeugung von Ihrem Mutterunternehmen sowie von allen Tochterunternehmen Ihres Mutterunternehmens (weltweit).*

stark gesunken gleich geblieben stark gestiegen

J. Fragen zur Person

Frage J1*

Seit welchem Jahr arbeiten Sie in Ihrem Unternehmen?

Bitte geben Sie das Jahr vierstellig an.

Frage J2

Welche Bezeichnung beschreibt am besten die Abteilung, in der Sie arbeiten?

Papier&Zement

- Geschäftsführung
 Technik
 Forschung und Entwicklung
 Marketing/ Vertrieb
 Andere (bitte nennen): _____

Strom

- Geschäftsführung
 Erzeugungsstrategie
 Forschung und Entwicklung
 Andere (bitte nennen): _____

Fragebogen für Technologieanbieter

A. Zum Einstieg: Fragen zu Ihrem Unternehmen

Frage A1*

Identisch mit Frage A1* im Produzenten-Fragebogen

Frage A2*

Identisch mit Frage I20* im Produzenten-Fragebogen

Frage A3

Welchen Anteil hatte der Verkauf von Produkten für die Papier-/Zellstoffbranche/ die Zementbranche/ die Elektrizitätserzeugung am gesamten Umsatz Ihres Unternehmens im letzten Geschäftsjahr?

Unter Produkten sind Güter und Dienstleistungen zu verstehen. Bitte berücksichtigen Sie dabei auch Komponenten für Anlagen zur Papier-/Zellstoffherstellung/ für Anlagen zur Zementherstellung/ für Elektrizitätserzeugungssysteme.

- 0 % 1-25 % 26-50 % 51-75 % 76-100 %

Frage A4*

Welchen Anteil Ihres Umsatzes für die Papier-/Zellstoffbranche/ Zementbranche/ die Elektrizitätserzeugung macht schätzungsweise der Anlagenbau, welchen Anteil machen die Dienstleistungen (Planung, Installation, Schulung, Wartung, Reparatur, etc.) aus?

Die Summe sollte 100 % ergeben.

Anlagenbau (in %) _____
 Dienstleistungen (in %) _____

Frage A5a (Papier&Zement)

Welche Anlagen und/oder Komponenten für die Papier-/Zellstoffbranche/ Zementbranche bieten Sie an?

Anlagen bzw. Komponenten für ...

Papier

- Papiermaschine
 Holzstoffherstellung
 Zellstoffherstellung
 Altpapierherstellung
 Trocknungsverfahren
 Wärmerückgewinnung
 Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking
 Schwarzaugeneinsatz
 Energiemanagement/Prozesskontrolle
 Querschnittstechnologien
 (z. B. hocheffiziente Elektromotoren)
 Sonstige (bitte nennen): _____

Zement

- Kalzinatoren
 Brecher und Mühlen für Rohstoffe
 Drehrohfen
 Brennertechnologie
 Klinker- und Zementkühler
 Vorwärmetechniken
 Wärmerückgewinnung
 Technologie zum Einsatz von biogenen Brennstoffen
 Technologie zum Einsatz von sekundären Brennstoffen
 Sonstige (bitte nennen): _____

Frage A5b (Strom)

Für welche der folgenden Energieträger bzw. Technologien im Elektrizitätssektor liefern Sie Produkte?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Stein-/Braunkohle
- Gas/Öl
- Spezifische Produkte für KWK
- Kernkraft
- Wasserkraft
- Windenergie
- Biogas/Deponiegas/Grubengas
- Feste Biomasse/Fester Abfall
- Geothermische Stromerzeugung
- Solarthermische Stromerzeugung
- Photovoltaik
- Carbon Capture and Storage (CCS)
- Sonstige (bitte nennen): _____

Frage A6 (nur Papier&Zement)

Kam es in den letzten fünf Jahren (2005-2009) zu Veränderungen bei den Energieträgern, mit denen Ihre Anlagen für die Papier-/Zellstoffindustrie/ Zementbranche betrieben werden können?

Papier	Ja	Nein
Papierherstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Faserstoffherstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zement	Ja	Nein
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

B. Veränderungen der Absatzmärkte Ihres Unternehmens**Frage B1**

Wie hat sich Ihr Absatz von Produkten für die Papier-/Zellstoffbranche/für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor in den letzten fünf Jahren (2005-2009) im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) entwickelt?

	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
	<input type="radio"/>				
Insgesamt	<input type="radio"/>				
Und innerhalb der folgenden Technologie- bzw. Produktgruppe?					
Papier					
Papiermaschine	<input type="radio"/>				
Holzstoffherstellung	<input type="radio"/>				
Zellstoffherstellung	<input type="radio"/>				
Altpapierherstellung	<input type="radio"/>				
Trocknungsverfahren	<input type="radio"/>				
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>				
Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking	<input type="radio"/>				
Schwarzlaugeneinsatz	<input type="radio"/>				
Energiemanagement/Prozesskontrolle	<input type="radio"/>				
Querschnittstechnologien (z. B. hocheffiziente Elektromotoren)	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				
Zement					
Kalzinatoren	<input type="radio"/>				
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="radio"/>				
Drehrohrofen	<input type="radio"/>				
Brennertechnologie	<input type="radio"/>				
Klinker- und Zementkühler	<input type="radio"/>				
Vorwärmetechniken	<input type="radio"/>				
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>				
Technologie zum Einsatz von biogenen Brennstoffen	<input type="radio"/>				
Technologie zum Einsatz von sekundären Brennstoffen	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				

Strom	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Stein-/Braunkohle	<input type="radio"/>				
Gas/Öl	<input type="radio"/>				
Spezifische Produkte für KWK	<input type="radio"/>				
Kernkraft	<input type="radio"/>				
Wasserkraft	<input type="radio"/>				
Windenergie	<input type="radio"/>				
Biogas/Deponiegas/Grubengas	<input type="radio"/>				
Feste Biomasse/Fester Abfall	<input type="radio"/>				
Geothermische Stromerzeugung	<input type="radio"/>				
Solarthermische Stromerzeugung	<input type="radio"/>				
Photovoltaik	<input type="radio"/>				
Carbon Capture and Storage (CCS)	<input type="radio"/>				
Sonstiges	<input type="radio"/>				

Frage B2

Bitte beurteilen Sie folgende Aussage für die jeweiligen Technologien bzw. Produktgruppen:

Die Kunden fragen vermehrt diejenigen Produkte mit der höchsten Energieeffizienz beim Endnutzer nach.

Papier	stimme überhaupt nicht zu				stimme voll und ganz zu
Papiermaschine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Holzstoffherstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zellstoffherstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altpapierherstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trocknungsverfahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schwarzlaugeneinsatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energiemanagement/Prozesskontrolle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Querschnittstechnologien (z. B. hocheffiziente Elektromotoren)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zement	stimme überhaupt nicht zu				stimme voll und ganz zu
Kalzinatoren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drehrohfen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brennertechnologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Klinker- und Zementkühler	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorwärmetechniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Technologie zum Einsatz von biogenen Brennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Technologie zum Einsatz von sekundären Brennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Strom	stimme überhaupt nicht zu				stimme voll und ganz zu
Stein-/Braunkohle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gas/Öl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spezifische Produkte für KWK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kernkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Windenergie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biogas/Deponiegas/Grubengas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Feste Biomasse/Fester Abfall	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geothermische Stromerzeugung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Solarthermische Stromerzeugung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Photovoltaik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carbon Capture and Storage (CCS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Frage B3

Welche Relevanz hatten die folgenden Faktoren für die Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Ihren Produkten für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor in den letzten fünf Jahren (2005-2009)?

	keine Relevanz				sehr hohe Relevanz
Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen (z. B. Holz, Altpapier/Kalkstein, Hüttensand) ¹³⁹	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten	<input type="radio"/>				
Preise und Nachfrage nach Papier-/Zellstoffprodukten/ Zementprodukten/ Elektrizität	<input type="radio"/>				
Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien	<input type="radio"/>				
Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland (z. B. für Erneuerbare Energien oder KWK)	<input type="radio"/>				
EU-Emissionshandel	<input type="radio"/>				
Clean Development Mechanism (CDM) und potentielle Nachfolgemechanismen	<input type="radio"/>				
Langfristige europäische/globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion	<input type="radio"/>				
Andere Gründe (falls zutreffend, bitte nennen): _____	<input type="radio"/>				

Frage B4

Wie wird sich die Bedeutung von Klimapolitik für die Nachfrageentwicklung nach Ihren Produkten für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor in Zukunft ändern?

	Stark abnehmen		gleich bleiben		stark zunehmen	weiß nicht
bis 2012	<input type="radio"/>					
Bis 2020	<input type="radio"/>					

Frage B5¹⁴⁰

In welchen der folgenden Regionen ist in den letzten fünf Jahren (2005-09) Ihr Absatz von Anlagen und/oder Komponenten zu einzelnen Prozessen und Technologien im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) gestiegen?

Bitte klicken Sie pro Prozess/Technologie alle zutreffenden Regionen an.

Papier	Deutschland	EU-15	EU-12	Russland/Ost-europa außerhalb der EU	Asien	Nordamerika	Sonstige Industrieländer	Sonstige Entwicklungs- und Schwellenländer
Papiermaschine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holzstoffherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zellstoffherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altpapierherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trocknungsverfahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwarzlaugeneinsatz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energiemanagement/Prozesskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Querschnittstechnologien (z. B. hocheffiziente Elektromotoren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹³⁹ Diese Antwortoption fehlt im Fragebogen für Technologieanbieter im Elektrizitätssektor.

¹⁴⁰ Bei dieser Frage wurde das Layout der Antwortmatrix im Vergleich zur Onlineversion aus Darstellungsgründen leicht verändert.

Frage B8*

Hat Ihr Unternehmen in den letzten fünf Jahren (2005-2009) Produkte für Projekte unter dem Clean Development Mechanism geliefert?

Berücksichtigen Sie bitte sowohl registrierte Projekte, als auch solche, für die eine Registrierung beantragt oder geplant ist.

- Ja
 Nein
 Weiß nicht

Frage B9

Welchen Anteil Ihres Umsatzes mit Produkten für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor erwirtschaften Sie in CDM-Projekten?

Bitte schätzen Sie den ungefähren Prozentwert.

_____ %

Frage B10

Für welche Technologien bzw. Prozesse/.../Technologien bzw. Brennstoffe haben Sie Produkte an CDM-Projekte geliefert?

Papier

- Papiermaschine
 Holzstoffherstellung
 Zellstoffherstellung
 Altpapierherstellung
 Trocknungsverfahren
 Wärmerückgewinnung
 Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking
 Schwarzlaugeneinsatz
 Energiemanagement/Prozesskontrolle
 Querschnittstechnologien
 (z. B. hocheffiziente Elektromotoren)
 Sonstige (bitte nennen): _____

Zement

- Kalzinatoren
 Brecher und Mühlen für Rohstoffe
 Drehrohfen
 Brennertechnologie
 Klinker- und Zementkühler
 Vorwärmetechniken
 Wärmerückgewinnung
 Technologie zum Einsatz von biogenen Brennstoffen
 Technologie zum Einsatz von sekundären Brennstoffen
 Sonstige (bitte nennen): _____

Strom

- Stein-/Braunkohle
 Gas/Öl
 Spezifische Produkte für KWK
 Kernkraft
 Wasserkraft
 Windenergie
 Biogas/Deponiegas/Grubengas
 Feste Biomasse/Fester Abfall
 Geothermische Stromerzeugung
 Solarthermische Stromerzeugung
 Photovoltaik
 Carbon Capture and Storage (CCS)
 Sonstige (bitte nennen): _____

Frage B11*

Welche Relevanz hatten CDM-Projekte für den strategischen Markteintritt in Schwellen- oder Entwicklungsländer, in denen Sie zuvor nicht tätig waren?

keine Relevanz



sehr hohe Relevanz



C. Ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für Produkte in der Papier-/Zellstoffbranche/ in der Zementbranche/ im Elektrizitätssektor

Im folgenden Fragenblock zu Ihren FuE-Aktivitäten berücksichtigen Sie bitte nur Ihre Investitionen mit Relevanz für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor. Bitte berücksichtigen Sie dabei Aktivitäten in Deutschland und im Ausland.

Frage C1

Hat Ihr Unternehmen innerhalb der letzten zehn Jahre (2000-2009) in Forschung und Entwicklung (inklusive Pilot- und Demonstrationsprojekte) für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor investiert?

Es spielt keine Rolle, ob diese Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten erst im Aufbau, bereits im Gange oder schon abgeschlossen sind.

Ja Nein

Frage C2

Falls ja: In welche der folgenden Technologien und Prozesse hat Ihr Unternehmen in den letzten zehn Jahren (2000-2009) in Forschungs- und Entwicklungsprojekte für die Zementbranche investiert?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten getrennt nach den zwei Fünfjahreszeiträumen 2000-2004 und 2005-2009 aus.

Papier	2000-2004	2005-2009
Papiermaschine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holzstoffherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zellstoffherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altpapierherstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trocknungsverfahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwarzlaugeneinsatz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energiemanagement/Prozesskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Querschnittstechnologien (z. B. hocheffiziente Elektromotoren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige (bitte nennen): _____		

Zement	2000-2004	2005-2009	Strom	2000-2004	2005-2009
Kalzinatoren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stein-/Braunkohle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gas/Öl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drehrohren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Spez. Produkte für KWK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brennertechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kernkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klinker- und Zementkühler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wasserkraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorwärmetechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Windenergie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bio-/Deponie-/Grubengas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie zum Einsatz von biogenen Brennstoffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Feste Biomasse/ fester Abfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie zum Einsatz von sekundären Brennstoffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Geothermische Stromerzeugung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige (bitte nennen): _____			Solarthermische Stromerzeugung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Photovoltaik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Carbon Capture and Storage (CCS)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Sonstige (bitte nennen): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage C3

Wie hat sich das Investitionsvolumen für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor der letzten fünf Jahre (2005-2009) im Vergleich zum Fünfjahreszeitraum davor (2000-2004) verändert?

Zunächst insgesamt für FuE mit Relevanz für Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor, danach pro Prozess/Technologie/ .../pro Technologie.

Insgesamt	stark gesunken	<input type="radio"/>	gleich geblieben	<input type="radio"/>	stark gestiegen
Papier	<input type="radio"/>				
Papiermaschine	<input type="radio"/>				
Holzstoffherstellung	<input type="radio"/>				
Zellstoffherstellung	<input type="radio"/>				

Altpapierherstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trocknungsverfahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schwarzlaugeneinsatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energiemanagement/Prozesskontrolle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Querschnittstechnologien (z. B. hocheffiziente Elektromotoren)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zement	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Kalzinatoren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drehrohrofen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brennertechnologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Klinker- und Zementkühler	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorwärmetechniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärmerückgewinnung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Technologie zum Einsatz von biogenen Brennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Technologie zum Einsatz von sekundären Brennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Strom	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Stein-/Braunkohle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gas/Öl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spez. Produkte für KWK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kernkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Windenergie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bio-/Deponie-/Grubengas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Feste Biomasse/ fester Abfall	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geothermische Strom-erzeugung					
Solarthermische Strom-erzeugung					
Photovoltaik					
Carbon Capture and Storage (CCS)					
Sonstiges					

Frage C4

Welche Relevanz hatten für Ihr Unternehmen die folgenden Faktoren bei Investitionsüberlegungen in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (inkl. Pilot-/ Demonstrationsprojekte) für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor der letzten fünf Jahre (2005-2009)?

Es geht dabei um die Wichtigkeit der Faktoren ganz allgemein, also unabhängig davon, ob sie fördernd oder hemmend auf die FuE-Aktivitäten in Ihrem Unternehmen gewirkt haben.

	keine Relevanz				sehr hohe Relevanz
Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen (z. B. Holz, Altpapier/Kalkstein, Hüttensand) ¹⁴¹	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Brennstoffen	<input type="radio"/>				
Preise und Verfügbarkeit von Anlagen oder Komponenten	<input type="radio"/>				
Preise und Nachfrage nach Papier-/Zellstoffprodukten/ Zementprodukten/ Elektrizität	<input type="radio"/>				
Öffentliche Meinung bzw. Akzeptanz für bestimmte Technologien	<input type="radio"/>				
Technologiespezifische Regulierungen und Förderpolitik im Investitionsland (z. B. für Erneuerbare Energien oder KWK)	<input type="radio"/>				
EU-Emissionshandel	<input type="radio"/>				
Clean Development Mechanism (CDM) und potentielle Nachfolgemechanismen	<input type="radio"/>				
Langfristige europäische/globale Ziele der Politik zur Treibhausgasreduktion	<input type="radio"/>				
Andere Gründe(falls zutreffend, bitte nennen): _____	<input type="radio"/>				

¹⁴¹ Diese Antwortoption fehlt im Fragebogen für Technologieanbieter im Elektrizitätssektor.

Frage C5*

Wie hoch war schätzungsweise der Anteil an den gesamten FuE-Aktivitäten in den letzten fünf Jahren (2005-2009), der primär durch Klimapolitik veranlasst wurde?

ca. _____ %

Frage C6

Wie wird sich die Bedeutung von Klimapolitik im Allgemeinen für zukünftige Investitionsentscheidungen in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten Ihres Unternehmens für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor in Zukunft ändern?

	Stark abnehmen		gleich bleiben		stark zunehmen	weiß nicht
bis 2012	<input type="radio"/>					
bis 2020	<input type="radio"/>					

Frage C7

Auf welchen Anteil Ihrer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (inkl. Pilot- und Demonstrationsprojekte) für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor der letzten fünf Jahre (2005-2009) treffen folgende Aussagen zu?

Die FuE-Aktivität...	0 %	1-25 %	26-50 %	51-75 %	76-100 %
...verspricht nur in geringen technologischen Verbesserungen zu resultieren.	<input type="radio"/>				
...verspricht zu technologischen Durchbrüchen zu führen.	<input type="radio"/>				
...baut stark auf den existierenden Fähigkeiten Ihres Unternehmens auf.	<input type="radio"/>				
... erfordert völlig neues technologisches Know-how in Ihrem Unternehmen.	<input type="radio"/>				

Frage C8

Wenn erfolgreich, wie würden diese Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten die CO₂-Intensität der Endprodukte (Papier-/Zellstoff)/ des Endprodukts (Zement)/ der betroffenen Technologie verändern?

Vernachlässigen Sie bitte dabei eventuelle FuE-Aktivitäten zur Eigenstromerzeugung.¹⁴²

stark verringern		nicht verändern		stark erhöhen
<input type="radio"/>				

D. Organisatorische Veränderungen in Ihrem Unternehmen

Bitte berücksichtigen Sie bei Ihren Angaben zu organisatorischen Veränderungen nur Ihre inländischen Aktivitäten in Deutschland.

Frage D1*

Identisch mit Frage E1* im Produzenten-Fragebogen

E. Klimapolitik und deren Bedeutung für Ihr Unternehmen**Frage E1**

Welche der folgenden Wege nutzt Ihr Unternehmen, um sich über die Auswirkungen von Klimapolitik auf die Papier-/Zellstoffbranche/ auf die Zementbranche/ auf den Elektrizitätssektor zu informieren?

Bitte kreuzen Sie alle zutreffenden Antworten an.

- Beobachtung der Nachfrageveränderung
- Aktive Kundengespräche und Kooperationen
- Externe Berater zur Thematik CO₂-Klimapolitik
- Permanente Beobachtung von CO₂-Preisen und Debatten zur Klimapolitik

¹⁴² Dieser Hinweis steht nur in den Fragebögen für Technologieanbieter der Papier- und Zementbranche.

Frage E2

Bitte beurteilen Sie die Wirkung von Klimapolitik auf die Endnutzer Ihrer Produkte für die Papier-/ Zellstoffherzeugung/ für die Zementherzeugung/ für die Elektrizitätserzeugung: Inwieweit sind diese Endnutzer von Klimapolitik positiv oder negativ betroffen?

	sehr negativ		neutral/ keine Wirkung		sehr positiv
Betroffenheit 2005 bis 2012	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Betroffenheit 2013 bis 2020	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragen E3*- E6*

Identisch mit G5*-G6* in Abschnitt 0 (ab S. 300)

Frage E7

Wie wird die **relative Wettbewerbsposition** Ihres Unternehmens **innerhalb des Anlagenbaus der Papier-/ Zellstoffherzeugung/ der Zementbranche / des Elektrizitätssektors** durch Klimapolitik im Allgemeinen beeinflusst?

Bitte unterscheiden Sie dabei zwischen der kurzfristigen (2005-2012) und langfristigen (2013-2020) Beeinflussung.

	stark verschlechtert		neutral/ keine Wirkung		stark verbes- sert
Beeinflussung 2005 bis 2012	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Beeinflussung 2013 bis 2020	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

F. Geschäftsumfeld Ihres Unternehmens

In dem folgenden Fragenblock geht es um die Bedeutung von Einflüssen aus dem Umfeld, in dem sich Ihr Unternehmen in Deutschland bewegt.

Frage F1

Bitte beurteilen Sie, inwieweit Ihr Unternehmen von den folgenden Aspekten in den letzten fünf Jahren (2005-2009) negativ oder positiv betroffen war.

Papier

Betroffenheit von der Entwicklung

folgender Marktpreise:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Holzpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Altpapierpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Brennstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strompreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Ein- / Verkaufspreise von Anlagen und Komponenten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Papier-/Zellstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CO ₂ -Preise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von der

öffentlichen Meinung zu:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Papier-/Zellstoffproduktion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Biogenen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Sonstigen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen hinsichtlich:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Erneuerbaren Energien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Immissionsschutz (BlmschG)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in Deutschland	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die EU	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zement

Betroffenheit von der Entwicklung

folgender Marktpreise:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Brennstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strompreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Ein- / Verkaufspreise von Anlagen und Komponenten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Zementpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CO ₂ -Preise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Betroffenheit von der

öffentlichen Meinung zu:

	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Zementproduktion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Biogenen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Sonstigen Sekundärbrennstoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CCS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen hinsichtlich:	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Erneuerbaren Energien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Immissionsschutz (BlmschG)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in Deutschland	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die EU	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Strom					
Betroffenheit von der Entwicklung folgender Marktpreise:	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Brennstoffpreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Ein- / Verkaufspreise von Anlagen und Komponenten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strompreise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CO ₂ -Preise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Betroffenheit von der öffentlichen Meinung zu:	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Braun-/Steinkohle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kernkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- CCS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Betroffenheit von den politischen Rahmenbedingungen hinsichtlich:	Sehr negativ		neutral/ irrelevant		Sehr positiv
- Erneuerbaren Energien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Kernkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Strommarktregulierung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in Deutschland	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die EU	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

G. Allgemeine Angaben zu Ihrem Unternehmen

Kurz vor Abschluss des Fragebogens möchten wir Ihnen noch einige allgemeine Fragen zu Ihrem Unternehmen stellen.

Frage G1

Welche der folgenden zwei Kundengruppen sind für den Verkauf der Endprodukte Ihres Unternehmens an die Papier-/Zellstoffbranche/ an die Zementbranche/ an den Elektrizitätssektor bedeutender?

- Papier-/Zellstoffproduzenten/ Zementproduzenten/ Stromerzeuger bzw. Generalunternehmer
 Anlagenbauer

Frage G2

Auf welche Technologien teilten sich Ihre Umsätze mit Produkten für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor im Jahr 2008 auf?

Bitte schätzen Sie den ungefähren Prozentanteil für Ihr anfangs genanntes Produktportfolio.

In Summe sollen sich ca. 100 % ergeben.

Papier	
Papiermaschine	_____ %
Holzstoffherstellung	_____ %
Zellstoffherstellung	_____ %
Altpapierherstellung	_____ %
Trocknungsverfahren	_____ %
Wärmerückgewinnung	_____ %
Druckfarben-Abtrennung bzw. Deinking	_____ %
Schwarzlaugeneinsatz	_____ %
Energiemanagement/Prozesskontrolle	_____ %
Querschnittstechnologien	_____ %
(z. B. hocheffiziente Elektromotoren)	
Sonstiges	_____ %

Zement		Strom	
Kalzinatoren	_____ %	Stein-/Braunkohle	_____ %
Brecher und Mühlen für Rohstoffe	_____ %	Gas/Öl	_____ %
Drehrohrofen	_____ %	Spez. Produkte für KWK	_____ %
Brennertechnologie	_____ %	Kernkraft	_____ %
Klinker- und Zementkühler	_____ %	Wasserkraft	_____ %
Vorwärmetechniken	_____ %	Windenergie	_____ %
Wärmerückgewinnung	_____ %	Bio-/Deponie-/Grubengas	_____ %
Technologie zum Einsatz von biogenen Brennstoffen	_____ %	Feste Biomasse/ fester Abfall	_____ %
Technologie zum Einsatz von sekundären Brennstoffen	_____ %	Geothermische Strom-erzeugung	_____ %
Sonstiges	_____ %	Solarthermische Strom-erzeugung	_____ %
		Photovoltaik	_____ %
		Carbon Capture and Storage (CCS)	_____ %
		Sonstiges	_____ %

Frage G3

Welcher Anteil des Umsatzes Ihres Unternehmens mit Produkten für die Papier-/Zellstoffbranche/ für die Zementbranche/ für den Elektrizitätssektor wurde in den folgenden geographischen Märkten im Jahr 2008 erwirtschaftet?

Bitte schätzen Sie jeweils den ungefähren Prozentanteil. In Summe sollen sich ca. 100 % ergeben.

Papier

Deutschland	_____ %
EU-15 (alte Mitgliedstaaten)	_____ %
EU-12 (neue Mitgliedsstaaten)	_____ %
Russland/ Osteuropa außerhalb der EU	_____ %
Asien	_____ %
Nordamerika	_____ %
Sonstige Industrieländer	_____ %
Sonstige Entwicklungs- & Schwellenländer	_____ %

Zement

Deutschland	_____ %
EU-15 (alte Mitgliedstaaten)	_____ %
EU-12 (neue Mitgliedsstaaten)	_____ %
Russland/ Osteuropa außerhalb der EU	_____ %
Nordamerika	_____ %
Indien	_____ %
China	_____ %
Nordafrika	_____ %
Sonstige Industrieländer	_____ %
Sonstige Entwicklungs- & Schwellenländer	_____ %

Strom

Deutschland	_____ %
EU-15 (alte Mitgliedstaaten)	_____ %
EU-12 (neue Mitgliedsstaaten)	_____ %
OECD außerhalb der EU	_____ %
Außerhalb der OECD	_____ %

Frage G4 (nur Papier&Zement)

Welche Veränderung bei der Nutzung von Energieträgern, mit denen Ihre Anlagen betrieben werden können, hat es in den letzten fünf Jahren (2005-2009) gegeben?

	stark gesunken		gleich geblieben		stark gestiegen
Strom	<input type="radio"/>				
Gas	<input type="radio"/>				
Öl	<input type="radio"/>				
Kohle	<input type="radio"/>				
Biogene Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				
Sonstige Sekundärbrennstoffe	<input type="radio"/>				

Frage G5

Hat Ihr Unternehmen ein Budget für Forschung und Entwicklung (FuE)?

Bitte berücksichtigen Sie hierbei alle Unternehmenssparten, also nicht nur die Produkte zur Papier-/Zellstoffproduktion/ Zementproduktion/ Elektrizitätserzeugung.

- Ja
 Nein
 weiß nicht

Fragen G6*-G13*

Identisch mit Fragen I12*- I19* im Produzenten-Fragebogen

H. Fragen zur Person

Frage H1*

Identisch mit Fragen J1* im Produzenten-Fragebogen

Frage H2

Welche Bezeichnung beschreibt am besten die Abteilung, in der Sie arbeiten?

Papier&Zement

- Geschäftsführung
- Vertrieb/Marketing
- Forschung und Entwicklung
- Andere (*bitte nennen*): _____

Strom

- Geschäftsführung
- Vertrieb
- Forschung und Entwicklung
- Andere (*bitte nennen*): _____

Anhang 2: Statistische Grundlage für Ergebnisse zu Hypothesentests

Nr. aus Tabelle 2-1	EH-Unternehmen			
	Anlagenbauer		EH-Unternehmen	
	FuE	Neuanlagen	Modernisierung	
1	Aktivitäten (FuE, Adoption Neuanlagen und Modernisierung)			
1.1	Genereller Einfluss von EU-EH und Klimapolitik			
1, 1.a, 1.b, 1.c, 5	Auswertung Fragen zur Relevanz der Faktoren für Entscheidung in bestimmte Aktivität: UEH (S+I)			
	<p>Welche Relevanz hatten die folgenden Faktoren für die FuE-Entscheidung in den letzten fünf Jahren (2005-2009)?</p>		<p>Welche Relevanz hatten die folgenden Faktoren für die Adoptions-Entscheidung in den letzten fünf Jahren (2005-2009)?</p>	
	n=41 (UEH); n=28 (TA)	n= 36 (Neuanlage); n= 26 (Modernisierung) (nur Unternehmen mit Neubau- bzw. Modernisierungsbedarf)		
2	<p>Korrelation Relevanz a) EU-EH und b) langfristige Klimapolitik mit CO₂-sparender Aktivität; bei FuE: Unternehmen, die nach 2005 FuE betrieben haben; bei Adoption: nach 2005 investierten oder modernisierten und Investitions- bzw. Modernisierungsbedarf hatten</p> <p>(Kendall's Tau)</p> <p><u>Nachrichtlich:</u> bei Verwendung alternativer Aktivitätsvariablen (i.e. ohne Berücksichtigung der CO₂-Wirkung oder Veränderung der Aktivität gegenüber Vergangenheit ergibt sich qualitativ ähnliches Ergebnis;</p>	<p>a) (r=0,398; p= 0,023, n=28)</p> <p>b) (r=0,480; p=0,007, n=28)</p> <hr/> <p>a) (r=0,118; p=0,319, n=61)</p> <p>b) (r=0,320; p= 0,006; n=61)</p>	<p>a) (r=0,121; p= 0,506, n=27); S: (r=-0,245; p=0,307; n=17); I: (r=0,658; p=0,030; n= 10)</p> <p>b) (r=0,368; p=0,041; n=27); S: (0,249; p=0,281; n=17) I: (r=0,658; p=0,030; n=10)</p>	<p>a) (r=0,337; p=0,024; n=38); S: (r=-0,289; p=0,192; n=18); I: (r=0,390;p=0,062; n=20)</p> <p>b) (r=0,320; p=0,031; n=38); S: (0,169; p=0,434; n=18) I: (r=0,497; p=0,020; n=20)</p>
2.a	Relevanz EU-EH korreliert mit Adoption; Klassifizierung für Strom in bedrohte (Kohle) und angepasste (alle anderen) ; (Kendall's Tau)	UEH + TA (S, angepasst) (r=-0,180; p=0,157; n=52); UEH + TA (S, bedroht) (r=0,300; p=0,017; n= 52)	UEH (S, bedroht) (r=-0,056; p=0,841; n=17) UEH (S, angepasst) (r=0,099, p=0,677; n=16)	UEH (S, bedroht) (r=-0,189; p=0,405; n=18) UEH (S, angepasst) (r=-0,676, p=0,003; n=18)
2.b	Relevanz EH (a) und langfristige Klimapolitik (b) für Entscheidung in bestimmte Aktivität, Gruppierung über Sektoren (Strom versus Industriesektoren) (für NEU und MOD nur Unternehmen mit Bedarf); (Mann-Whitney-U)	a) (z=0,864; p= 0,890; n=28) b) (z= -1,462, p=0,144; n= 28)	a) (z=-,112; p=0,911; n=89) b) (z=-3,437; p=0,001; n= 89)	a) (z=-0,105; p=0,916; n=35) b) (z=-0,484; p=0,629, n=36)

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen		EH-Unternehmen	
		Anlagenbauer		Neuanlagen	Modernisierung
		FuE	TA(I)		
		(z=-1,503; p=0,133; n=61) b) (z= -3,493; p=0,001; n=61)			
3	Klassifizierung der Technologielisten für Papier und Zement nach Produktinnovationen; Anteil berechnen und mit Relevanz EU-EH für Aktivitätsentscheidung korrelieren; (Kendall's Tau)	UEH(I) (r=0,488 p=0,020; n=17) TA(I) (r=-0,134; p=0,525, n=20)	TA(I) (r=0,329 p=0,019; n=37)	UEH(I) (r=0,438; p=0,014; n=23)	UEH (I) (r=0,418; p=0,018; n=23)
	Der Strompreisanstieg infolge des EU-EH				
4.a	Klassifizierung der Technologielisten für Papier und Zement nach Strom sparenden Technologien; Anteil berechnen und mit Relevanz EU-EH für Aktivitätsentscheidung korrelieren; (Kendall's Tau) Nachrichtlich: Ergebnisse für Relevanz langfristiger Klimapolitik sind ähnlich	UEH(I) (r=0,167; p=0,293; n=28)		UEH(I) (r=0,192; p=0,252; n=23)	UEH (I) (r=0,266; p=0,111; n=23)
	1.2 Stringenz				
6	Korrelation Aktivität (falls CO ₂ -Intensität sinkt) mit erwarteten Preisen für EUA in 2012 und 2020; Auswahl: für Adoption nur solche, die in 2005 Bedarf für Modernisierung bzw. Neuanlagen aufweisen; nur für UEH; (Kendall's Tau);	2012: (r=0,194; p=0,323; n= 28); 2020: (r=0,247; p=0,205; n=28)		2012: (r=-0,182; p=0,354; n=27); 2020: (r=-0,067; p=0,710; n=27)	2012: (r=0,254; p=0,048; n=48); 2020: (r=0,173; p=0,158; n=48)
6.a	Auswertung der Frage zur zukünftigen Rolle von Klimapolitik; Ergebnis von 0	Klimapolitik nimmt nach Einschätzungen der Befragten in Zukunft an Bedeutung zu; bivariate Analysen lassen Rückschluss aber nicht zu;			
6.b	Vgl. Übersicht zur Relevanz der einzelnen Faktoren	Eher geringer Einfluss von EU-EH und langfristiger Klimapolitik im Vergleich zu anderen Faktoren;			
7	Korrelation Anstieg der FuE-Aktivitäten bei TA und Beurteilung der Wirkung von Klimapolitik in a) 2012 und b) 2020 auf Endkunden (Auswahl: nur TA, die überwiegend an Endkunden liefern) (Kendall's Tau)	n.r. a) (r=0,573; p=0,003; n=24) b) (r=0,381; p=0,047; n=24)		n.r.	n.r.
8	Einfluss Zuteilungsregeln auf FuE (deskriptiv)	Für 2/3 der Befragten keine oder nur marginale Relevanz n.m.		n.r	n.r
9	Korrelation Relevanz EU-EH mit erwartetem CO ₂ -Preis in 2012 und 2020			2012: (r=0,264; p=0,087; n=36) 2020: (r=0,245; p=0,089; n=36)	2012: (r= 0,254; p=0,048; n=48) 2020: (r=0,173; p=0,158; n=48)
10	a) Adoption Neuanlagen und Modernisierung (mit Verbesserung CO ₂ -Intensität) korreliert mit Unterausstattung an EUAs in Periode 1 und 2 ; (Kendall's Tau)	n.r.		a) Pd 1: (r=-0,167; p=0,354; n=33) Pd 2: (r=0,047; p=0,79; n=33)	a) Pd 1: (r=0,094; p=0,573; n=38 Pd 2: (r=0,064; p=0,704; n=38)
	b) Unterausstattung in Pd1 oder Pd 2 korreliert mit Einfluss EU-EH auf Adoptionsentscheidung (Kendall's Tau)	n.r.		b) Pd 1: (r=-0,055; p=0,829; n=15) Pd 2: (r=-0,083; p=0,746; n=15)“	b) Pd 1: (r=0,259; p=0,099; n=37) Pd 2: (r=0,387; p=0,014; n=37)

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen																					
		Anlagenbauer		EH-Unternehmen																			
		FuE	Neuanlagen	Modernisierung																			
11	Frage nach Einfluss von EU-EH auf Adoptionszeitpunkt	n.r.	<p>Welche Auswirkung hatte die Gratiszuteilung von Emissionsrechten auf die Überlegungen in Neuanlagen bzw. Modernisierungsmaßnahmen zu investieren?</p> <table border="1"> <caption>Anteil der Unternehmen</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>-2 stark verzögernd</th> <th>-1</th> <th>0 neutral</th> <th>1</th> <th>2 stark beschleunigend</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Neuanlagen (n=13)</td> <td>0%</td> <td>0%</td> <td>23%</td> <td>62%</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Modernisierung (n=37)</td> <td>3%</td> <td>6%</td> <td>57%</td> <td>29%</td> <td>6%</td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie	-2 stark verzögernd	-1	0 neutral	1	2 stark beschleunigend	Neuanlagen (n=13)	0%	0%	23%	62%	15%	Modernisierung (n=37)	3%	6%	57%	29%	6%
Kategorie	-2 stark verzögernd	-1	0 neutral	1	2 stark beschleunigend																		
Neuanlagen (n=13)	0%	0%	23%	62%	15%																		
Modernisierung (n=37)	3%	6%	57%	29%	6%																		
	a) Einfluss Gratiszuteilung zu Investitionsentscheidung per se	n.r.	<p>Auswirkung des ETS auf Adoptionsentscheidungen per se</p> <table border="1"> <caption>Auswirkung des ETS auf Adoptionsentscheidungen per se</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Investitionen in Neuanlagen (N=16)</th> <th>Investitionen in Modernisierung (N=38)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>stark hinderlich</td> <td>~5%</td> <td>~5%</td> </tr> <tr> <td>neutral</td> <td>~45%</td> <td>~45%</td> </tr> <tr> <td>stark förderlich</td> <td>~50%</td> <td>~50%</td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie	Investitionen in Neuanlagen (N=16)	Investitionen in Modernisierung (N=38)	stark hinderlich	~5%	~5%	neutral	~45%	~45%	stark förderlich	~50%	~50%						
Kategorie	Investitionen in Neuanlagen (N=16)	Investitionen in Modernisierung (N=38)																					
stark hinderlich	~5%	~5%																					
neutral	~45%	~45%																					
stark förderlich	~50%	~50%																					
	b) Unterausstattung in Pd1 oder Pd2 korreliert mit Einfluss EU-EH auf Investitionsentscheidung (Kendall's Tau)		b) Unterausstattung Pd 1: (r=-0,055; p=0,829; n=15) Pd 2: (r=-0,083; p=0,746; n=15) ^d	b) Unterausstattung Pd 1: (r=0,259; p=0,099; n=37) Pd 2: (r=0,387; p=0,014; n=37)																			
12	Frage nach Auswirkung der Gratiszuteilung auf <i>Anlagenkapazität</i>		<p>Auswirkung des ETS auf die Anlagenkapazität</p> <table border="1"> <caption>Auswirkung des ETS auf die Anlagenkapazität</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Investitionen in Neuanlagen (N=16)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>stark reduzierend</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>neutral</td> <td>~85%</td> </tr> <tr> <td>stark erhöhend</td> <td>~15%</td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie	Investitionen in Neuanlagen (N=16)	stark reduzierend	0%	neutral	~85%	stark erhöhend	~15%										
Kategorie	Investitionen in Neuanlagen (N=16)																						
stark reduzierend	0%																						
neutral	~85%																						
stark erhöhend	~15%																						
1.3 Regulatorische Unsicherheit																							
13	Adoptionsentscheidung (mit verbesserter CO ₂ -Intensität) korreliert mit Einschätzung zur Sicherheit Preisprognose; (Kendall's Tau)	2012: (r=-0,042; p=0,831; n=28) 2020: (r=-0,228; p=0,243; n=28) n.r.	2012: (r=0,219; p=0,163; n=35) 2020: (r=-0,040; p=0,802; n=35)	(r=0,021; p=0,887; n=40) (r=0,007; p=0,962; n=40)																			
1.4 Einfluss von Firmenspezifika																							
14.a	a) Relevanz EU-EH für Aktivität korreliert mit Umsatzanteil Energiekosten; (Kendall's Tau) b) Anteil Kohle an Strommix für UEH (S)	a) (r=0,347; p=0,030; n=20) b) zu wenige Beob. n.m.	a) (r=0,012; p=0,913; n=52) b) (r=-0,123; p=0,694; n=52)	a) (r=0,057; p=0,611; n=52) b) (r=0,186; p=0,551; n=52)																			
14.b	Aktivität (bei Adoption nur für Unternehmen mit Ersatzbedarf), korreliert mit a) Anzahl der Mitarbeiter (Kendall's Tau) b) Umsatz; (Kendall's Tau) <u>Nachrichtlich:</u> Qualitativ ähnliche Ergebnisse, wenn Veränderung Umsatz bzw. Aktivität verwendet wird	a) (r=0,280; p=0,086; n=28) b) (r=0,169; p=0,301; n=28) a) (r=0,195; p=0,086; n=59) b) (r=0,200; p=0,076; n=59)	a) (r=0,261; p=0,095; n=36) b) (r=0,228; p=0,151; n=36)	a) (r=0,351; p=0,009; n=48) b) (r=0,267; p=0,049; n=48)																			
14.c	Aktivität (bei Adoption nur für Unternehmen mit Ersatzbedarf) korreliert mit Umsatzanteil FuE Ausgaben	(r=0,268; p=0,086; n=28) (r=-0,046; p=0,697; n=46)	(r=-0,071; p=0,642; n=36)	(r=0,303; p=0,022; n=48)																			
14.d	Relevanz EU-EH für FuE; (Mann-Whitney-U)	(z=-3,177; p=0,001; n=89)	n.r.	n.r.																			

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen		
		Anlagenbauer		
		FuE		
		Neuanlagen	Modernisierung	
14.e	Relevanz EU-EH für FuE korreliert mit strategischer Bedeutung EU-EH; (Kendall's Tau) Strategische Bedeutung wird über einen Indikator gemessen, der die Summe aus folgenden drei 0/1-DummyVariablen darstellt: i) neue strategische Einheit etabliert; ii) CO ₂ -Verantwortlichkeiten benannt; iii) CO ₂ in Zukunftsszenarien integriert	(r=0,525; p=0,003; n=25) TA (r=0,142; 0,218; n=61)	(r=0,272; p=0,027; n=48)	(r=0,354; p=0,004; n=48)
14.f	Relevanz EU-EH für Aktivität korreliert mit Umsatzanteil Energiekosten; (Kendall's Tau)	(r=0,347; p=0,030; n=20) n.r.	(r=0,012; p=0,913, n=52)	(r=0,057; p=0,611; n=52)
15.a	Relevanz EU-EH für Aktivität korreliert mit Antwort, ob Unternehmen eigene Klimaziele hat; (Kendall's Tau)	(r=0,457; p=0,011; n=51) (r=-0,060; p=0,662; n=58) TA(I): (r=0,420; 0,065; n=17)	(r=-0,088; p=0,490; n=51)	(r=-0,042; p=0,742; n=52)
15.b	Relevanz EU-EH für Aktivität korreliert mit Bedeutung Klimapolitik für Geschäftsführung; (Kendall's Tau)	(r=0,176; p=0,346) (r=0,161; p=0,179) TA(I): (r=0,251; 0,011)	(r=-0,121; p=0,362, n=48)	(r=-0,071; p=0,590; n=48)
1.5 Einfluss von Kontextfaktoren				
	Der Einfluss der Klimapolitik auf klimarelevante Aktivität wird verstärkt , wenn			
16.a	Relevanz a) EU-EH und b) langfristige Klimapolitik bei Entscheidung für Aktivität korreliert mit Relevanz anderer politischer Rahmenbedingungen; (Kendall's Tau)	a) UEH: nur langfristige Klimapolitik signifikant (r=0,458; p=0,029; n=17) UEH(S): Atompolitik (r=-0,551; p=0,054; n=17) b) UEH (S): FuE national (r=0,500; p=0,085; n=17); FuE EU (r=0,634; p=0,033; n=17) a) nur Klimapolitik signifikant (r=0,497; p=0,000); TA(I) KWK-Politik (r=0,395; p=0,062; n=61) b) Erneuerbare (r=0,280; p=0,009; n=61); FuE (national) (r=0,246; p=0,025; n=6), FuE(EU) (r=0,255; p=0,020; n=61)	a) UEH: nur langfristige Klimapolitik (r=0,607; p=0,000; n=52); UEH(S): auch Atompolitik (r=-0,401; p=0,016; n=52); b) UEH: FuE national (r=0,276; p=0,025; n=52); FuE (EU) (r=0,226; p=0,068; n=52) UEH(S): Marktregulierung (r=0,347; p=0,030; n=52)	a) UEH: nur langfristige Klimapolitik (r=0,453; p=0,000; n=52); UEH(S); b) UEH: FuE (national) (r=0,276; p=0,025; n=52); FuE EU (r=0,226; p=0,068; n=52)
16.b	Korrelation Relevanz EU-EH mit i) <i>Stromsektor</i> : Kohle, Atomkraft, CCS ii) <i>Papier</i> : Papierherstellung; Biogene Sekundärbrennstoffe (Kendall's Tau) <u>Nachrichtlich</u> : Ergebnisse für langfristige Klimapolitik sind qualitativ sehr ähnlich	i) Kohle (r=0,096; p=0,723; n=61); Atom (r=0,025; p=0,975; n=61); CCS: (r=0,125; p=0,647; n=61) ii) Papierherstellung (r=0,040; p=0,872; n=15); biogene (r=-0,145; p=0,569; n=15) i) Kohle (r=-0,153; p=0,252); Atom (r=-0,215; p=0,104); CCS: (r=0,101; p=459) ii) Papierherstellung (r=nicht definiert); biogene (r=-0,148; p=0,561)	i) Kohle (r=0,139; p=0,390; n=29); Atom (r=-0,162; p=0,317; n=29); CCS: (r=-0,109; p=0,512; n=29); i) Papierherstellung (r=0,000; p=1,000); biogene (r=-0,065; p=0,757)	i) Kohle (r=0,120; p=0,456; n=29); Atom (r=-0,0307; p=0,056; n=29); CCS: (r=-0,234; p=0,156; n=29) ii) Papierherstellung (r=0,129; p=0,539) biogene (r=-0,032 p=0,878)

Nr. aus Tabelle 2-1		EH-Unternehmen
		Technologieanbieter
	2 Organisatorische Änderungen	
17	Darstellung klimapolitikrelevante organisatorische Veränderungen sowie Mann-Whitney U Tests um zu testen, ob Unterschiede zwischen TA und UEH.	<p>Häufigkeit mit der klimarelevante organisatorische Veränderungen in Unternehmen durchgeführt wurden</p> <p>■ Produzenten (N=52) ■ Anlagenbauer (N=72)</p> <p>i) Etablierung neuer strategischer Einheit (z= -3,017; p=0,003; n=122) ii) Koordinator benannt (z= -5,848; p=0,000; n=124) iii) FuE-Partnerschaften (z= -,477; p=0,633; n=124) iv) CO₂-Kosten in alle Geschäftsprozesse integriert (z= -3,013; p=0,003; n=118) v) Integration in FuE-Planung (z= -0,891; p=0,373; n=124) vi) Interesse Geschäftsleitung (z= -4,289; p=0,000; n=121) vii) Einführung Klimaziele (z= -6,292; p=0,000; n=122) viii) CO₂-Kosten in Zukunftsszenarien integriert (z= -4,165; p=0,000; n=123) ix) Strategische Relevanz von Klimapolitik (Indikator) (z=-5,718; p=0,000; n= 118)</p>
17a	Mann-Whitney U Test auf Unterschiede in Sektoren bzgl. organisatorischem Wandel	Hinweise, dass Stromsektor (UEH+TA) eher aktiv ist als Industriesektoren bzgl. i) Etablierung neuer strategischer Einheit (z=-1,202; p=0,230; n=122) ii) Koordinator benannt (z=-1,866; p=0,062; n=124) iii) FuE-Partnerschaften (z= -1,440; p=0,150; n=124) iv) Integrationen Geschäftsprozesse (z=-0,223, p=0,824; n=124) v) Integration in FuE-Planung (z=-0,498; p=0,619; n=118) vi) Interesse Geschäftsleitung (z=-1,060; p=0,289; n=121) vii) Einführung Klimaziele (z=-1,145; p=0,252; n=122) viii) CO ₂ -Kosten in Zukunftsszenarien integriert (z=-1,533; p=0,125; n=123) ix) Strategische Relevanz von Klimapolitik (Indikator) (z=-0,381; p=0,703; n=118) UEH: Koordinator benannt (z=-2,633; p=0,008, n=51); TA: Strategische Relevanz (z=-1,753; p=0,800; n=70)
18	Auswertung der Frage ob sich Unternehmen in den letzten fünf Jahren CERs gesichert haben; Test auf sektorale Unterschiede über Mann-Whitney U Test.	44,4% (20 von 45 gültigen Antworten) (z=-0,233; p=0,816; n=20) ----- n.r.

Nr. aus Tabelle 2-1	EH-Unternehmen											
	Technologieanbieter											
	2.1 Regulatorische Unsicherheit											
19	Unsicherheit über Zukunft des CDM hemmt Nutzung von CERs	<p><i>Was waren die Gründe, die gegen eine Nutzung von Zertifikaten aus dem Clean Development Mechanism gesprochen haben? (Mehrfachnennung möglich)</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Kein Bedarf an Zertifikaten</td> <td>72%</td> </tr> <tr> <td>Unsicherheit über Zukunft (über 2012 hinaus) des CDM zu groß</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Risiken und Dauer der Anerkennung der Zertifikate durch UNFCCC zu hoch</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>Risiken in Entwicklungsländern zu hoch</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>Zu geringer Preisvorteil gegenüber EUAs ¹ oder eigenen Maßnahmen</td> <td>20%</td> </tr> </table> <p>1 Zertifikate aus dem Emissionshandel</p>	Kein Bedarf an Zertifikaten	72%	Unsicherheit über Zukunft (über 2012 hinaus) des CDM zu groß	40%	Risiken und Dauer der Anerkennung der Zertifikate durch UNFCCC zu hoch	32%	Risiken in Entwicklungsländern zu hoch	24%	Zu geringer Preisvorteil gegenüber EUAs ¹ oder eigenen Maßnahmen	20%
Kein Bedarf an Zertifikaten	72%											
Unsicherheit über Zukunft (über 2012 hinaus) des CDM zu groß	40%											
Risiken und Dauer der Anerkennung der Zertifikate durch UNFCCC zu hoch	32%											
Risiken in Entwicklungsländern zu hoch	24%											
Zu geringer Preisvorteil gegenüber EUAs ¹ oder eigenen Maßnahmen	20%											
	2.2 Einfluss von Firmenspezifika											
20.a	Korrelation Indikatoren für organisatorische Veränderungen und Anteil Energiekosten am Umsatz; (Kendall's Tau); Indikatoren sind a) Strategische Wichtigkeit von Klimapolitik b) Etablierung neuer strategischer Einheit c) Koordinator benannt d) FuE-Partnerschaften	<p>a) (r=0,200; p=0,097; n=48); b) (r=0,269; p=0,180; n=51); c) (r=0,077; p=0,544; n=51); d) (r=0,082; p=0,522; n=50)</p> <p>-----</p> <p>Zu wenige Beobachtungen (keine statistische Signifikanz)</p>										
20.b	Korrelation a) Umsatz und b) Anzahl Mitarbeiter (jeweils Klassenmittelpunkte) mit 1. Etablierung neuer strategischer Einheit 2. Koordinator benannt 3. FuE-Partnerschaften (Kendall's Tau) <u>Nachrichtlich:</u> Ergebnisse sind ähnlich, wenn Stichproben für UEH und TA getrennt betrachtet werden;	<p>a1) (r=0,394; p=0,000; n=119); b1) (r=0,389; p=0,000; n=121); a2) (r=0,410; p=0,000; n=121); b2) (r=0,371; p=0,000; n=122); a3) (r=0,244; p=0,008; n=95); b3) (r=0,285; p=0,002; n=96);</p>										
20.c	Vergleich inwiefern organisatorische Veränderungen (insgesamt acht Typen) in Stromsektor und Industriesektor realisiert wurden; Mann-Whitney U Tests auf Unterschiede;	Vgl. Tests zu 17a										
21.a	Korrelation Unterausstattung in a) Periode 1 und b) Periode 2 mit Nutzung CER; (Kendall's Tau)	<p>a) r=-0,060; p=0,677; n=50); b) (r=-0,050; p=0,730; n=50)</p> <p>-----</p> <p>n.r.</p>										
21.b	Korrelation Energiekostenanteil mit Nutzung CER; (Kendall's Tau)	<p>(r=-0,040); p=0,742; n=52)</p> <p>-----</p> <p>n.r.</p>										

Nr. aus Tabelle 2-1	EH-Unternehmen	
	Technologieanbieter	
	2.3 Einfluss von Kontextfaktoren	
	Der Einfluss der Klimapolitik auf klimarelevante Aktivität wird verstärkt , wenn	
22.a	Relevanz a) EU-EH und b) langfristige Klimapolitik bei Entscheidung für Aktivität korreliert mit Relevanz anderer politischer Rahmenbedingungen; (Kendall's Tau)	keine statistische Signifikanz
22.b	Korrelation a) Etablierung neuer strategischer Einheit b) Koordinator benannt c) FuE-Partnerschaften mit i) <i>Stromsektor</i> : Kohle, Atomkraft, CCS ii) <i>Papier</i> : Papierherstellung; Biogene Sekundärbrennstoffe (Kendall's Tau)	ia) Kohle ($r=-0,102$; $p=0,563$; $n=29$); Atom ($r=-0,049$; $p=0,783$; $n=29$); CCS: ($r=0,000$; $p=1,000$; $n=29$) ib) Kohle ($r=0,035$; $p=0,846$; $n=28$); Atom ($r=0,014$; $p=0,937$; $n=28$); CCS: ($r=-0,096$; $p=0,602$; $n=28$) ic) Kohle ($r=-0,079$; $p=0,665$; $n=27$); Atom ($r=0,174$; $p=0,339$; $n=27$); CCS: ($r=0,042$; $p=0,823$; $n=27$) iia) Papierherstellung ($r=-0,171$; $p=0,480$; $n=18$) biogene ($r=0,184$; $p=0,439$; $n=18$) iib) Papierherstellung ($r=-0,439$; $p=0,059$; $n=18$); biogene ($r=0,218$; $p=0,345$; $n=18$) iic) Papierherstellung ($r=0,000$; $p=1,000$; $n=18$); biogene ($r=-0,098$; $p=0,673$; $n=18$) ----- ia) Kohle ($r=-0,177$; $p=0,202$; $n=46$); Atom ($r=0,026$; $p=0,852$; $n=46$); CCS: ($r=-0,024$; $p=0,862$; $n=46$) ib) Kohle ($r=-0,080$; $p=0,559$; $n=47$); Atom ($r=0,051$; $p=0,704$; $n=47$); CCS: ($r=-0,032$; $p=0,821$; $n=47$) ic) Kohle ($r=-0,288$; $p=0,031$; $n=48$); Atom ($r=0,282$; $p=0,033$; $n=48$); CCS: ($r=-0,012$; $p=0,919$; $n=48$) iia) Papierherstellung (nicht definiert; zu wenig Beobachtungen); biogene ($r=-0,327$ $p=0,154$; $n=20$) iib) Papierherstellung (nicht definiert; zu wenig Beobachtungen); biogene ($r=-0,331$; $p=0,139$; $n=21$) iic) Papierherstellung (nicht definiert; zu wenig Beobachtungen); biogene ($r=-0,331$; $p=0,139$; $n=21$)

n.r.: nicht relevant

n.m.: nicht möglich

UEH: Unternehmen, die verpflichtend am EU-EH teilnehmen

TA: Technologieanbieter

S: Stromerzeuger

I: Industriesektoren

P: Papiersektor

r: Korrelationskoeffizient

p: P-Werte für zweiseitige Signifikanztests (für einseitige Tests sind angegebene Werte zu halbieren)

n: Anzahl der Beobachtungen