

Bergische Universität Wuppertal

Fachbereich B – Wirtschaftswissenschaft
Schumpeter School of Business and Economics

Sommersemester 2015
Dissertation

Investitionshemmnisse aus Sicht von Venture Capital-Investoren bei Investitionen in junge, innovative Technologieunternehmen des Erneuerbare-Energien-Sektors

vorgelegt von: Oliver Keilhauer
E-Mail: okeilhauer@yahoo.com
Matrikelnummer: 1011457

Die Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20160712-141055-7

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3A468-20160712-141055-7>]

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-------------|
| Inhaltsverzeichnis | iii |
| Tabellenverzeichnis | ix |
| Abbildungsverzeichnis | xiii |
| Abkürzungsverzeichnis | xvii |
| 1 Einleitung..... | 1 |
| 1.1 Venture Capital für Unternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor | 1 |
| 1.2 Forschungsfragen und Ziel der Arbeit..... | 7 |
| 1.3 Gang der Untersuchung | 8 |
| 2 Definitionen | 9 |
| 2.1 Venture Capital | 9 |
| 2.1.1 Venture Capital als Segment des privaten Eigenkapitalmarktes | 9 |
| 2.1.2 Die Rolle von VC-Gesellschaften | 12 |
| 2.1.3 Unterschiedliche Arten von VC-Gesellschaften..... | 13 |
| 2.1.4 Venture Capital-Fonds..... | 14 |
| 2.1.5 Bedeutung von Venture Capital für den Unternehmenserfolg | 15 |
| 2.1.6 Investmentprozess von VC-Gesellschaften | 16 |
| 2.1.6.1 Kapitalakquisition..... | 16 |
| 2.1.6.2 Investition | 17 |
| 2.1.6.3 Desinvestition | 20 |
| 2.2 Erneuerbare Energien | 21 |
| 2.2.1 Erneuerbare-Energie-Technologien..... | 22 |
| 2.2.1.1 Windkraft | 23 |
| 2.2.1.2 Photovoltaik..... | 25 |
| 2.2.1.3 Solarthermie..... | 27 |
| 2.2.1.4 Geothermie | 29 |
| 2.2.1.5 Wasserkraft..... | 31 |
| 2.2.1.6 Biomasse | 34 |
| 2.2.1.7 Technische und wirtschaftliche Kenngrößen der Technologiesegmente | 38 |
| 2.2.1.8 Einordnung in den Technologielebenszyklus | 45 |
| 3 Theoretische Grundlagen..... | 49 |
| 3.1 Entscheidungstheorie | 49 |
| 3.1.1 Unterschiedliche Entscheidungssituationen | 50 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.1.1.1 | Entscheidungen bei Sicherheit | 51 |
| 3.1.1.2 | Entscheidungen bei Risiko | 52 |
| 3.1.1.3 | Entscheidungen bei Unsicherheit | 53 |
| 3.1.2 | Investitionsentscheidungen als Sonderfall der Entscheidungstheorie | 53 |
| 3.1.2.1 | Verhältnis von Risiko zu Rendite als Grundlage für die Investitionsentscheidung | 54 |
| 3.1.2.2 | Bestimmung der risikoadäquaten Rendite als zentrale Herausforderung der Investitionsentscheidung | 55 |
| 3.1.2.3 | Methodische Ansätze zur Bestimmung risikoadäquater Renditen | 56 |
| 3.1.3 | Investitionsentscheidungen von VC-Gesellschaften | 57 |
| 3.1.3.1 | Beurteilung von Risiko und Renditeanforderungen | 58 |
| 3.1.3.2 | Kategorisierung von Einflussfaktoren | 64 |
| 3.1.4 | Zusammenfassung der entscheidungstheoretischen Grundlagen | 71 |
| 3.2 | Pfadabhängigkeit | 71 |
| 3.2.1 | Konzept der Pfadabhängigkeit | 72 |
| 3.2.2 | Eigenschaften pfadabhängiger Prozesse | 74 |
| 3.2.3 | Pfadabhängigkeit bei Technologien | 74 |
| 3.2.4 | Pfadabhängigkeit bei Organisationen | 76 |
| 3.2.4.1 | Abgrenzung von Konzepten, die als Erklärungsansatz Historizität bemühen | 78 |
| 3.2.4.2 | Positive Rückkopplungen bei Organisationen | 82 |
| 3.2.4.3 | Positive Rückkopplungen bei VC-Gesellschaften | 85 |
| 3.2.5 | Zusammenfassung des Pfadabhängigkeitskonzeptes | 88 |
| 4 | Konzeption der Empirischen Analyse | 89 |
| 4.1 | Ausgangsphänomen | 89 |
| 4.2 | Übersicht des Forschungsstands | 90 |
| 4.3 | Forschungsfragen | 94 |
| 4.3.1 | Forschungsfragen zur ökonomischen Attraktivität von Investitionen | 95 |
| 4.3.2 | Forschungsfragen zu Pfadabhängigkeiten bei VC-Gesellschaften | 98 |
| 4.4 | Herleitung der Hypothesen | 99 |
| 4.4.1 | Hypothesen zur Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses und Auswirkungen auf das Investitionsverhalten | 99 |
| 4.4.2 | Hypothesen zu Pfadabhängigkeiten bei VC-Gesellschaften | 110 |
| 5 | Untersuchungsdesign und Datenerhebung | 115 |
| 5.1 | Untersuchungsansatz | 115 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5.2 | Messung der Variablen | 116 |
| 5.2.1 | Messmodelle | 116 |
| 5.2.1.1 | Reflektives Messmodell..... | 117 |
| 5.2.1.2 | Formatives Messmodell..... | 118 |
| 5.2.2 | Auswahl des geeigneten Messmodells | 120 |
| 5.2.3 | Identifizierung formativer Messmodelle | 123 |
| 5.2.4 | Gütemaß der Messungen | 124 |
| 5.2.4.1 | Reflektive Messung | 124 |
| 5.2.4.2 | Formative Messung | 125 |
| 5.2.4.2.1 | Kollinearität der Indikatoren..... | 126 |
| 5.2.4.2.2 | Reliabilität..... | 127 |
| 5.2.4.2.3 | Validität | 127 |
| 5.3 | Testen der Hypothesen | 129 |
| 5.3.1 | Testen der Zusammenhangshypothesen | 129 |
| 5.3.1.1 | Einfache und multiple lineare Regressionsanalyse..... | 130 |
| 5.3.1.2 | Binär-logistische Regressionsanalyse..... | 133 |
| 5.3.2 | Testen der Unterschiedshypothesen | 137 |
| 5.3.2.1 | Signifikanztest für Mittelwertdifferenzen (t-Test)..... | 138 |
| 5.3.2.2 | Varianzanalyse (ANOVA)..... | 139 |
| 5.3.2.3 | Chi-Quadrat-Test | 139 |
| 5.3.3 | Zuordnung der Testmethoden zu den Hypothesen | 140 |
| 5.4 | Operationalisierung der Variablen..... | 142 |
| 5.4.1 | Operationalisierung der latenten unabhängigen Variablen..... | 142 |
| 5.4.1.1 | Technologierisiko | 142 |
| 5.4.1.2 | Marktrisiko | 146 |
| 5.4.1.3 | Regulatorisches Risiko | 148 |
| 5.4.1.4 | Finanzielles Renditepotential..... | 151 |
| 5.4.2 | Operationalisierung der manifesten unabhängigen Variablen..... | 154 |
| 5.4.3 | Operationalisierung der abhängigen Variable | 158 |
| 5.4.4 | Operationalisierung der Kontrollvariablen | 159 |
| 6 | Auswertung und Ergebnisse der Empirischen Untersuchung | 163 |
| 6.1 | Grundlagen der Datenerhebung | 163 |
| 6.1.1 | Konzeption der empirischen Untersuchung..... | 163 |
| 6.1.2 | Aspekte der Fragebogengestaltung..... | 164 |
| 6.1.3 | Durchführung der Untersuchung/Ablauf der Datenerhebung | 165 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 6.1.4 | Probleme bei der Datenerhebung | 166 |
| 6.1.5 | Teststärke der statistischen Tests | 166 |
| 6.2 | Vorbereitende Analysen | 169 |
| 6.2.1 | Demographische Merkmale der Stichprobe | 169 |
| 6.2.2 | Gründe für Nichtteilnahme | 172 |
| 6.2.3 | Analyse des Nicht-Antwort-Verhaltens | 172 |
| 6.3 | Auswertung der Daten | 176 |
| 6.3.1 | Prüfung der formativen Konstrukte | 176 |
| 6.3.1.1 | Überprüfung des Konstrukts Technologierisiko | 177 |
| 6.3.1.2 | Überprüfung des Konstrukts Marktrisiko | 180 |
| 6.3.1.3 | Überprüfung des Konstrukts Regulatorisches Risiko | 181 |
| 6.3.1.4 | Überprüfung des Konstrukts Finanzielles Renditepotential | 183 |
| 6.3.1.5 | Zwischenfazit Konstruktmessung | 186 |
| 6.3.2 | Überprüfung der Hypothesen zur Auswirkung sektorspezifischer Einflussfaktoren auf das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor | 188 |
| 6.3.2.1 | Binär logistische Regression | 189 |
| 6.3.2.2 | Deskriptive Statistik | 191 |
| 6.3.2.3 | Zwischenfazit: Forschungsfrage 1 | 194 |
| 6.3.3 | Überprüfung der Hypothesen zum Einfluss sektorspezifischer Merkmale auf die Ausprägung sektorspezifischer Einflussfaktoren auf das Risiko- Rendite-Verhältnis von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor ... | 195 |
| 6.3.3.1 | Deskriptive Statistik | 196 |
| 6.3.3.2 | Erhebung der kausal vorgelagerten sektorspezifischen Merkmale: | 200 |
| 6.3.3.3 | Hypothese zum Technologierisiko | 203 |
| 6.3.3.4 | Hypothesen zum Marktrisiko | 206 |
| 6.3.3.5 | Hypothesen zum Regulatorischen Risiko | 209 |
| 6.3.3.6 | Hypothesen zum finanziellen Renditepotential | 216 |
| 6.3.3.7 | Zwischenfazit zum Einfluss kausal vorgelagerter sektorspezifischer Merkmale auf die Ausprägung sektorspezifischer Einflussfaktoren für einzelne Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors | 220 |
| 6.3.4 | Überprüfung der Hypothesen zum Einfluss spezifischer Merkmale der VC-Gesellschaften auf deren Investitionsverhalten | 222 |
| 6.3.4.1 | Hypothesen zur Investmenterfahrung der VC-Gesellschaften | 223 |
| 6.3.4.2 | Hypothesen zum Typ der VC-Gesellschaften | 228 |
| 6.3.4.3 | Hypothesen zur Nutzung von TFA-Methoden | 232 |
| 6.3.4.4 | Zwischenfazit zu spezifischen Merkmalen der VC-Gesellschaften | 237 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 6.3.5 | Überprüfung der Hypothesen zu Pfadabhängigkeiten bei VC-Gesellschaften | 238 |
| 6.3.6 | Zwischenfazit zu den Pfadabhängigkeiten | 248 |
| 6.4 | Zusammenfassung der Ergebnisse | 248 |
| 7 | Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick | 253 |
| 7.1 | Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse | 253 |
| 7.2 | Implikationen für die Finanzierung junger Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor und die Ausgestaltung wissenschaftlicher Untersuchungen zum Erneuerbare-Energien-Sektor | 257 |
| 7.3 | Einschränkungen dieser Studie | 260 |
| 7.4 | Ansatzpunkte für zukünftige Forschungsarbeiten | 261 |
| 8 | Anhang | 263 |
| 8.1 | Fragebogen | 263 |
| 8.2 | Angepasste Regressionsanalyse – Technologierisiko | 276 |
| 8.3 | Statistische Auswertung: Regressionsanalyse – Technologierisiko | 277 |
| 8.4 | Statistische Auswertung: Regressionsanalyse – Marktrisiko | 278 |
| 8.5 | Statistische Auswertung: Regressionsanalyse – Regulatorisches Risiko | 279 |
| 8.6 | Angepasste Regressionsanalyse – Finanzielles Renditepotential | 280 |
| 8.7 | Statistische Auswertung: Finanzielles Renditepotential | 281 |
| 8.8 | Ermittlung der Profitabilität der Technologiesegmente | 282 |
| 8.9 | Historische Analyse: Finanzielle Förderung von Erneuerbarer-Energie-Technologien | 284 |
| 8.10 | Angepasste Regressionsanalyse – Regulatorisches Risiko | 289 |
| 8.11 | Angepasste Regressionsanalyse – Regulatorisches Risiko | 290 |
| 8.12 | Angepasste Regressionsanalyse – Finanzielles Renditepotential | 291 |
| 8.13 | Regressionsanalyse – Auswirkung von Investmenterfahrung auf die vier sektorspezifischen Einflussfaktoren | 292 |
| 8.14 | Angepasste Regressionsanalyse – Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Verfügbarkeit von Kapital | 294 |
| | Literaturverzeichnis | 295 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabelle 1: | Technische und wirtschaftliche Kennziffern der Technologiesegmente. . | 45 |
| Tabelle 2: | Indikatoren für die Lebenszyklusphase einer Technologie. | 47 |
| Tabelle 3: | Tabellarische Übersicht der empirischen Studien zu den Entscheidungskriterien von VC-Gesellschaften. | 63 |
| Tabelle 4: | Kategorisierung der Einflussfaktoren auf das Risiko- Rendite-Verhältnis von VC-Investitionen. | 69 |
| Tabelle 5: | Rückkopplungseffekte auf Ebene der VC-Gesellschaften..... | 88 |
| Tabelle 6: | Einsatzmöglichkeiten von Methoden zur Technologiefrühaufklärung... | 109 |
| Tabelle 7: | Zusammenfassung der 17 Hypothesen. | 114 |
| Tabelle 8: | Entscheidungskriterien zur Identifikation formativer und reflektiver Messmodelle..... | 121 |
| Tabelle 9: | Gütemaße formativer Messmodelle..... | 129 |
| Tabelle 10: | Interpretation der Regressionskoeffizienten und Gütemaße der logistischen Regression..... | 137 |
| Tabelle 11: | Übersicht der Testmethoden. | 140 |
| Tabelle 12: | Zuordnung der statistischen Methoden zu den Hypothesen. | 141 |
| Tabelle 13: | Operationalisierung: Technologierisiko..... | 146 |
| Tabelle 14: | Operationalisierung: Marktrisiko..... | 148 |
| Tabelle 15: | Operationalisierung: Regulatorische Risiko..... | 151 |
| Tabelle 16: | Operationalisierung: Finanzielle Renditepotential. | 153 |
| Tabelle 17: | Operationalisierung: Position im Technologielebenszyklus..... | 154 |
| Tabelle 18: | Operationalisierung der übrigen manifesten unabhängigen Variablen... | 157 |
| Tabelle 19: | Operationalisierung: Abhängigen Variablen. | 159 |
| Tabelle 20: | Operationalisierung: Kontrollvariablen. | 161 |
| Tabelle 21: | Bestimmungsgrößen der Teststärke. | 167 |
| Tabelle 22: | Effektgrößen und implizite Teststärken..... | 168 |
| Tabelle 23: | Demographische Merkmale der Stichprobe..... | 171 |
| Tabelle 24: | Gründe für Nichtteilnahme. | 172 |
| Tabelle 25: | Vergleich der Grundgesamtheit mit der Gesamtheit der Befragten und der Nichtbefragten. | 174 |
| Tabelle 26: | Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Technologierisiko..... | 178 |
| Tabelle 27: | Korrelationsmatrix der Prädiktoren: Technologierisiko..... | 179 |
| Tabelle 28: | Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Marktrisiko..... | 181 |
| Tabelle 29: | Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Regulatorisches Risiko..... | 183 |
| Tabelle 30: | Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential..... | 184 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 31: Korrelationsmatrix der Prädiktoren: | |
| Finanzielles Renditepotential. | 185 |
| Tabelle 32: Analyse der Mittelwertunterschiede | 187 |
| Tabelle 33: Übersicht zu Bewertung und statistischer Signifikanz der Indikatoren. . | 188 |
| Tabelle 34: Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse. | 190 |
| Tabelle 35: Klassifizierungstabelle der logistischen Regressionsanalyse. | 191 |
| Tabelle 36: Anpassung des Investitionsverhaltens. | 192 |
| Tabelle 37: Anpassung des Investitionsverhaltens. | 193 |
| Tabelle 38: Hypothesen über die Ausprägung der sektorspezifischen Einflussfaktoren für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors..... | 196 |
| Tabelle 39: Einschätzung der sektorspezifischen Einflussfaktoren nach Technologiesegment. | 197 |
| Tabelle 40: Sektorspezifische Merkmalsvariablen. | 202 |
| Tabelle 41: Regressionsanalyse: Technologierisiko und Position im TLZ. | 204 |
| Tabelle 42: Regressionsanalyse: Technologierisiko und Position im TLZ (exkl. Ausreißer). | 206 |
| Tabelle 43: Regressionsergebnis: Marktrisiko und sektorspezifische Merkmale. | 208 |
| Tabelle 44: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko mit 2 Prädiktoren. | 210 |
| Tabelle 45: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko mit 2 Prädiktoren und einer Dummy-Variable. | 212 |
| Tabelle 46: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko – inkl. Moderatoreffekt: Richtung der Änderung. | 214 |
| Tabelle 47: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko – inkl. Moderatoreffekt: Richtung der Änderung. | 215 |
| Tabelle 48: Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential. | 218 |
| Tabelle 49: Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential. | 219 |
| Tabelle 50: Vergleich der Mittelwerte für erfahrene (1) und unerfahrene (0) VC-Investoren. | 224 |
| Tabelle 51: Kreuztabelle: Investmenterfahrung und Anpassung des Investmentverhaltens. | 226 |
| Tabelle 52: Kreuztabelle: VC-Typ und Anpassung des Investmentverhaltens. | 228 |
| Tabelle 53: Vergleich der Mittelwerte für unabhängige (1) und öffentliche/unternehmensinterne (0) VC-Investoren..... | 229 |
| Tabelle 54: Bedeutung unterschiedlicher Renditeaspekte für die Beurteilung einer Investitionsgelegenheit auf einer Antwortskala von (1 = gering) bis (5 = hoch). | 231 |
| Tabelle 55: Vergleich der Mittelwerte für VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden nur im geringen Umfang nutzen (0) und VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden in hohem Umfang nutzen (1). | 236 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 56: Kreuztabelle zur Nutzung von TFA-Methoden und der Anpassung des Investmentverhaltens. | 236 |
| Tabelle 57: Zusammenfassung der Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf sektorspezifische Einflussfaktoren. | 239 |
| Tabelle 58: Binär-logistische Regressionsanalyse einschließlich Investmenterfahrung als unabhängige Variable..... | 240 |
| Tabelle 59: Klassifizierungstabelle der binär-logistischen Regression. | 241 |
| Tabelle 60: Regressionsanalyse: Investmenterfahrung und Verfügbarkeit externer Sektor-Experten. | 243 |
| Tabelle 61: Multiple Regressionsanalyse: Investmenterfahrung und Verfügbarkeit externer Sektor-Experten. | 244 |
| Tabelle 62: Regressionsanalyse: Investmenterfahrung und Kapitalverfügbarkeit. | 246 |
| Tabelle 63: Regressionsanalyse: Investmenterfahrung, VC-Typ und Kapitalverfügbarkeit. | 247 |
| Tabelle 64: Regressionsanalyse Verfügbarkeit Kapital – ohne Interaktionsterm. | 247 |
| Tabelle 65: Ergebnisse zur Forschungsfrage 1. | 249 |
| Tabelle 66: Ergebnisse zur Forschungsfrage 2. | 250 |
| Tabelle 67: Ergebnisse zur Forschungsfrage 3. | 251 |
| Tabelle 68: Ergebnisse zur Forschungsfrage 4. | 252 |
| Tabelle 69: Zusammenfassung der Varianz- und Regressionsanalyse für das Konstrukt Technologierisiko nach Eliminierung des Prädiktors TR03. | 276 |
| Tabelle 70: Zusammenfassung der Varianz- und Regressionsanalyse für das Konstrukt Finanzielles Renditepotential nach Eliminierung des Prädiktors FF02..... | 280 |
| Tabelle 71: Profitabilität der Technologiesegmente. | 283 |
| Tabelle 72: Historische Analyse: Finanzielle Förderung von Erneuerbarer-Energie-Technologien. | 288 |
| Tabelle 73: Regressionsanalyse einschließlich des Wachstumsterms. | 289 |
| Tabelle 74: Regressionsanalyse Regulatorisches Risiko – Moderatoreffekt: Richtung der Änderung (vor Eliminierung nicht signifikanter Prädiktoren)..... | 290 |
| Tabelle 75: Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential mit drei sektorspezifischen Merkmalen als unabhängige Variablen. | 291 |
| Tabelle 76: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des Technologierisikos. | 292 |
| Tabelle 77: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des Marktrisikos. | 292 |
| Tabelle 78: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des regulatorischen Risikos. | 292 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 79: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des finanziellen Renditepotentials. | 293 |
| Tabelle 80: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des finanziellen Renditepotentials ohne Interaktionsterm..... | 294 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Abbildung 1: Frühphaseninvestitionen in Deutschland nach Branche im Jahr 2011. | 2 |
| Abbildung 2: Frühphaseninvestitionen in Deutschland nach Branche im Jahr 2011 im Verhältnis zur Marktkapitalisierung (Streubesitz) der börsennotierten Unternehmen. | 3 |
| Abbildung 3: Übersicht Eigenkapitalmarkt. | 10 |
| Abbildung 4: Weltweiter VC-Markt nach Ländern in % vom BIP 2012. | 12 |
| Abbildung 5: Deutscher VC-Markt nach Investmentphase. | 12 |
| Abbildung 6: Die VC-Gesellschaft als Intermediär zwischen Investor und Unternehmen. | 13 |
| Abbildung 7: Investmentprozess aus Sicht der VC-Gesellschaft. | 16 |
| Abbildung 8: Desinvestitionen von VC-Beteiligungen nach Exit-Kanälen. | 21 |
| Abbildung 9: Quellen und Erscheinungsformen erneuerbarer Energie. | 22 |
| Abbildung 10: Überblick der Umwelttechnologien. | 23 |
| Abbildung 11: Vier Phasen des Technologielebenszyklus. | 46 |
| Abbildung 12: Abgeschätzte Position der Erneuerbare-Energie-Technologien im Technologielebenszyklus. | 47 |
| Abbildung 13: Kategorisierung der Entscheidungssituationen. | 51 |
| Abbildung 14: Abnehmendes Investitionsrisiko durch Diversifikationseffekt. | 56 |
| Abbildung 15: Abgrenzung von Institutionen und Organisationen. | 77 |
| Abbildung 16: VC-Investitionen in Deutschland 2011 nach Sektoren. | 89 |
| Abbildung 17: Indifferenzkurve eines risikoaversen Investors. | 100 |
| Abbildung 18: Wirkungsweise von sektorspezifischen Einflussfaktoren auf die Investmentaktivität von VC-Gesellschaften. | 101 |
| Abbildung 19: Idealtypischer Verlauf des Technologielebenszyklus. | 103 |
| Abbildung 20: Einflussgrößen auf das Marktrisiko. | 104 |
| Abbildung 21: Differenzierung sektorspezifischer Einflussfaktoren nach Technologiesegmenten. | 106 |
| Abbildung 22: Schematische Darstellung der Hypothesen. | 114 |
| Abbildung 23: Reflektives und formatives Messmodell. | 117 |
| Abbildung 24: Bestimmung formativ spezifizierter latenter Konstrukte. | 119 |
| Abbildung 25: Formative Spezifizierung der Konstrukte. | 123 |
| Abbildung 26: Moderatoreffekt einer unabhängigen Variable. | 132 |
| Abbildung 27: Beispiel einer binär-logistischen Regressionskurve. | 134 |
| Abbildung 28: Vergleich von Grundgesamtheit und Gesamtheit der Befragten nach Investoren-Typ. | 173 |
| Abbildung 29: Die vier formativ spezifizierten Konstrukte. | 176 |
| Abbildung 30: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Technologierisiko. | 177 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung 31: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Marktrisiko. | 180 |
| Abbildung 32: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Regulatorische Risiko..... | 182 |
| Abbildung 33: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Finanzielles Renditepotential. | 184 |
| Abbildung 34: Einschätzung der sektorspezifischen Einflussfaktoren..... | 186 |
| Abbildung 35: Frage Nr. 6 zur Anpassung des Investitionsverhaltens..... | 189 |
| Abbildung 36: Technologiesegmente, in die nicht investiert wird. | 192 |
| Abbildung 37: Positionierung der Technologiesegmente im Risiko-Rendite- Diagramm. | 198 |
| Abbildung 38: Sektorspezifische Attraktivität der Technologiesegmente. | 200 |
| Abbildung 39: Bewertung des Technologierisikos über den Technologielebenszyklus. | 203 |
| Abbildung 40: Ausreißer-Analyse Technologierisiko. | 205 |
| Abbildung 41: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Marktgröße«. | 207 |
| Abbildung 42: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Marktwachstum«. | 208 |
| Abbildung 43: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Anzahl Änderungen der Förderung«. | 210 |
| Abbildung 44: Regressionsgerade: Regulatorische Risiko und Anzahl Änderungen der Förderung. | 211 |
| Abbildung 45: Lineare Regressionsanalyse: Einfluss der Änderung der Förderhöhe auf das regulatorische Risiko..... | 213 |
| Abbildung 46: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Profitabilität«..... | 217 |
| Abbildung 47: Nicht linearer Zusammenhang zwischen Marktgröße und finanziellem Renditepotential..... | 220 |
| Abbildung 48: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der im EE-Sektor getätigten Investitionen. | 223 |
| Abbildung 49: Vergleich der Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren. | 224 |
| Abbildung 50: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses. | 227 |
| Abbildung 51: Vergleich der Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren. | 229 |
| Abbildung 52: Einfluss des Investor-Typs auf die Einschätzung des Risiko-Rendite- Verhältnisses..... | 230 |
| Abbildung 53: Bedeutung für die Vorteilhaftigkeit einer Investition..... | 231 |
| Abbildung 54: Grafische Darstellung der Bedeutung unterschiedlicher Rendite- aspekte für die Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investitions- gelegenheit..... | 232 |
| Abbildung 55: Stellenwert von TFA-Methoden für den Investitionsentscheidungsprozess auf einer Antwortskala von (1 = gering) bis (5 = hoch). | 233 |
| Abbildung 56: Stellenwert von TFA-Methoden unterteilt nach VC-Typ..... | 234 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 57: Anzahl der Nennungen durch die VC-Gesellschaften (Mehrfachnennungen möglich)..... | 234 |
| Abbildung 58: Vergleich der Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren je nach Einsatz von TFA-Methoden im Investitionsentscheidungsprozess. | 235 |
| Abbildung 59: Eignung der TFA-Methoden aus Sicht der VC-Gesellschaften zur Beurteilung der Attraktivität von Technologiesegmenten auf einer 5-stufigen Antwortskala (1 = ungeeignet; 5 = geeignet). | 245 |
| Abbildung 60: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Technologierisiko. | 277 |
| Abbildung 61: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Marktrisiko..... | 278 |
| Abbildung 62: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Regulatorisches Risiko..... | 279 |
| Abbildung 63: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Finanzielles Renditepotential..... | 281 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|--|
| BVK: | Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften |
| CAGR: | Compound Annual Growth Rate (durchschnittliches jährliches Wachstum) |
| CVC: | Corporate Venture Capital (unternehmensinternes Venture Capital) |
| EBIT: | Earnings Before Interest and Tax (Ergebnis vor Zinsen und Steuern) |
| EEG: | Erneuerbare-Energien-Gesetz |
| (el): | elektrisch |
| EUR: | Euro |
| EVCA: | European Private Equity and Venture Capital Association |
| F&E: | Forschung und Entwicklung |
| HT: | Hochtemperatur |
| i.d.R.: | in der Regel |
| i.e.S.: | im engeren Sinne |
| i.H.v.: | in Höhe von |
| i.w.S.: | im weiteren Sinne |
| i.A.a.: | in Anlehnung an |
| IPO: | Initial Public Offering (Börsengang) |
| kt: | Kilotonne |
| KSÄ: | Kraftstoffäquivalent |
| kW: | Kilowatt |
| kWh: | Kilowattstunde |
| kWp: | Kilowatt Peak |
| GW: | Gigawatt |
| GWh: | Gigawattstunde |
| MAP: | Marktanreizprogramm |
| MBO: | Management-Buy-out (Übernahme durch das eigene Management) |
| Mio.: | Millionen |
| Mrd.: | Milliarde |
| MW: | Megawatt |
| MWh: | Megawattstunde |
| NT: | Niedertemperatur |
| PKW: | Personenkraftwagen |
| PVA: | Photovoltaikanlage |
| SNG: | Synthetic Natural Gas (Synthesegas) |
| TFA: | Technologiefrühaufklärung |
| (th): | thermisch |
| TLZ: | Technologielebenszyklus |
| USD: | US-Dollar |
| VC: | Venture Capital |

VIF: Variance Inflation Factor
WKA: Windkraftanlage

Vorwort und Danksagung

Wieso investieren Venture Capital-Investoren nur in einem vergleichsweise geringen Umfang in innovative Technologieunternehmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor? Gibt es Besonderheiten, die gerade diesen Sektor für Venture Capital-Investoren uninteressant machen oder sind Venture Capital-Investoren einfach nur ineffizient darin, Kapital in diesem noch relativ jungen Technologiesektor zu allokkieren? Diese Fragen bildeten den Ausgangspunkt für die vorliegende Studie die während meiner Zeit als Doktorand am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie entstand und die ich am 6. März 2015 an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft der Bergischen Universität Wuppertal als Dissertation eingereicht habe. Das ursprüngliche Manuskript habe ich für die vorliegende Fassung in ein handlicheres Buchformat konvertiert und an einigen wenigen Stellen korrigiert.

Die Frage nach den Ursachen der geringen zu beobachtenden Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor ist nicht allein akademischer Natur. Der weiterhin ungebremsst fortschreitende Klimawandel erfordert eine zügige Transformation unseres auf fossilen Energieträgern basierenden Energiesystems und den Einsatz Erneuerbarer-Energie-Technologien. Technologische Innovationen können dazu beitragen, diese Transformation schneller und kostengünstiger zu realisieren. Venture Capital-Investoren spielen dafür eine wichtige Rolle. Sie stellen jungen innovativen Technologiefirmen Kapital und Expertise zur Verfügung, um innovative Technologien erfolgreich zu entwickeln und zu kommerzialisieren.

Eine wesentliche Herausforderung bei der Analyse der empirischen Daten bestand in der mit 27 Teilnehmern vergleichsweise geringen Anzahl an Venture Capital-Gesellschaften, die an der Befragung teilgenommen haben. Auch wenn dies einer Teilnahmequote von 48 Prozent entspricht, schränkt die geringe absolute Anzahl an Datensätzen die Möglichkeiten für eine weitergehende statistische Auswertung der Befragungsergebnisse ein und erfordert bei der Interpretation der Ergebnisse eine genaue Beachtung der jeweils erzielten Teststärken. Die gewonnenen Erkenntnisse erlauben dennoch neue, interessante Einblicke in die Investitionsentscheidung von Venture Capital-Investoren und ermöglichen differenzierte Antworten auf die folgenden Fragen: Welche Gegebenheiten des Erneuerbare-Energien-Sektors beeinflussen die Attraktivität aus Sicht der Venture Capital-Investoren? Wie unterscheidet sich die Betrachtung für die einzelnen Technologiesegmente und hinsichtlich der unterschiedlichen Investorengruppen? Führen Pfadabhängigkeiten auf Ebene der Venture Capital-Investoren zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit? Die Arbeit kann daher wertvolle Hinweise geben, wie das Investitionsumfeld für Venture Capital-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor gezielt verbessert werden kann. Sie zeigt aber auch auf, wo die Finanzierung junger Technologieunternehmen mit Venture Capital an ihre Grenzen kommt und alternative Finanzierungsmodelle gefragt sind.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr.-Ing. Manfred Fishedick, der mir ermöglichte, in seiner Forschungsgruppe am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie zu diesem Thema zu promovieren und mich zusammen mit Herrn Dr. Peter Viebahn bei allen Fragen rund um das bearbeitete Thema unterstützt sowie mir die gebotenen Freiheiten und das Vertrauen in meine Arbeit geschenkt hat. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. André Betzer, der sich bereit erklärt hat, die vorliegende Arbeit als Zweitgutachter zu beurteilen.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei den Mitarbeitern der Forschungsgruppe Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen für das angenehme Arbeitsklima am Institut, die konstruktiven Diskussionen und zahlreichen inhaltlichen Anregungen zu meinem Promotionsvorhaben. Zusätzlich danke ich meinen Mitdoktoranden am Wuppertal Institut, die sich die Zeit genommen haben, sich neben ihrer eigenen Forschungsarbeit mit meinem Promotionsvorhaben kritisch auseinanderzusetzen und mir viele wertvolle inhaltliche und strukturelle Anregungen gegeben haben. In diesem Zusammenhang habe ich die regelmäßigen Doktorandenkolloquien am Wuppertal Institut sehr zu schätzen gewusst und danke insbesondere Herrn Professor Dr.-Ing. Oscar Reutter für die Koordination und wissenschaftliche Betreuung.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Attila Dahmann vom Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften für die Unterstützung bei der Bereitstellung der erforderlichen statistischen Marktdaten sowie allen Investment Managern der Venture Capital-Gesellschaften, die sich die Zeit genommen haben, an der Befragung teilzunehmen. Ohne ihre Unterstützung wäre der empirische Teil der Untersuchung nicht möglich gewesen.

Das Gelingen einer solchen Arbeit hängt immer auch von der Hilfe der Familie und vieler guter Freunde ab. Hier möchte ich insbesondere Stephan Haag danken, der mir jederzeit als Sparringspartner für inhaltliche Diskussionen zur Verfügung stand und die Entwicklung und Fertigstellung der Arbeit mit zahlreichen hilfreichen Anmerkungen begleitet hat.

Ich widme diese Arbeit meinen Kindern Charlotte und Caspar.

1 Einleitung

1.1 Venture Capital für Unternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor

Der Erneuerbare-Energien-Sektor gilt als wichtiger Zukunftstechnologiemarkt, an den hohe gesellschaftliche Erwartungen sowohl hinsichtlich der Erreichung ambitionierter Klimaschutzziele als auch der Schaffung neuer Arbeitsplätze gestellt werden. Investitionen in Forschung und Entwicklung von Erneuerbare-Energie-Technologien sind eine wesentliche Voraussetzung, um durch Innovationen und kontinuierliche Weiterentwicklung den Anteil dieser Technologien an der Energieversorgung zu erhöhen und gleichzeitig die Kosten der Energieerzeugung deutlich zu senken.

Investoren aus der Privatwirtschaft zeigen generell ein großes Interesse an der Finanzierung von Unternehmen und Projekten im Erneuerbare-Energien-Sektor. Sie engagieren sich sowohl bei der direkten Unternehmensfinanzierung mit Fremd- und Eigenkapital als auch bei der Projektfinanzierung von Anlagen zur Energiegewinnung, wie beispielsweise Windparks oder Photovoltaikanlagen, da die wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen hier langfristig attraktive Renditechancen versprechen. Im Jahr 2011 wurden weltweit insgesamt 279 Mrd. USD in die Entwicklung von Erneuerbare-Energie-Technologien und in den Ausbau der Kapazitäten zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energiequellen investiert.¹ Ein kleines aber dennoch bedeutendes Segment der Unternehmensfinanzierung ist der Markt für sogenanntes »Venture Capital«.² Hier geht es um die Eigenkapitalfinanzierung junger Technologieunternehmen, die in der Regel außerhalb etablierter Unternehmen versuchen, eigenständig neue technologische Innovationen zu entwickeln und zu kommerzialisieren. Die Unternehmensfinanzierung durch Venture Capital spielt aus gesamtwirtschaftlicher Sicht eine wichtige Rolle, da der Zugang zu Venture Capital junge Technologieunternehmen nachweislich dabei unterstützt, innovative Produkte erfolgreich zu kommerzialisieren sowie das Umsatz- und Beschäftigungswachstum zu beschleunigen.³ Dies gilt insbesondere für junge, innovative Technologieunternehmen, die von unabhängigen Venture Capital-Gesellschaften⁴ finanziert werden.⁵ Paradoxerweise fällt die Investmenttätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor in Deutschland trotz des hohen Forschungs- und Entwicklungspotentials sowie des großen Marktpotentials vergleichsweise gering aus. Betrachtet man die statistischen Daten des deutschen VC-Marktes für das Jahr 2011, zeigt sich, dass nur 5,1 Prozent aller VC-Inves-

¹ Vgl. UNEP (2014, S.12).

² Für eine ausführliche Einführung in Begriff und Konzept des »Venture Capital«, vgl. Abschnitt 2.1 der vorliegenden Arbeit.

³ Vgl. Hellmann und Puri (2000, S.959ff.), Kortum und Lerner (2000, S.674ff.), Romain und van Pottelsberghe (2004, S.14), Samila und Sorenson (2011, S.338ff.), Bertoni et al. (2011, S.1028ff.) und Puri und Zarutskie (2012, S.2247ff.).

⁴ Im Folgenden in den Komposita: »Venture Capital« abgek.: VC.

⁵ Vgl. Bertoni et al. (2005, S.1ff.).

titionen, nämlich 22,0 Mio. Euro im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigt wurden (vgl. Abbildung 1).⁶

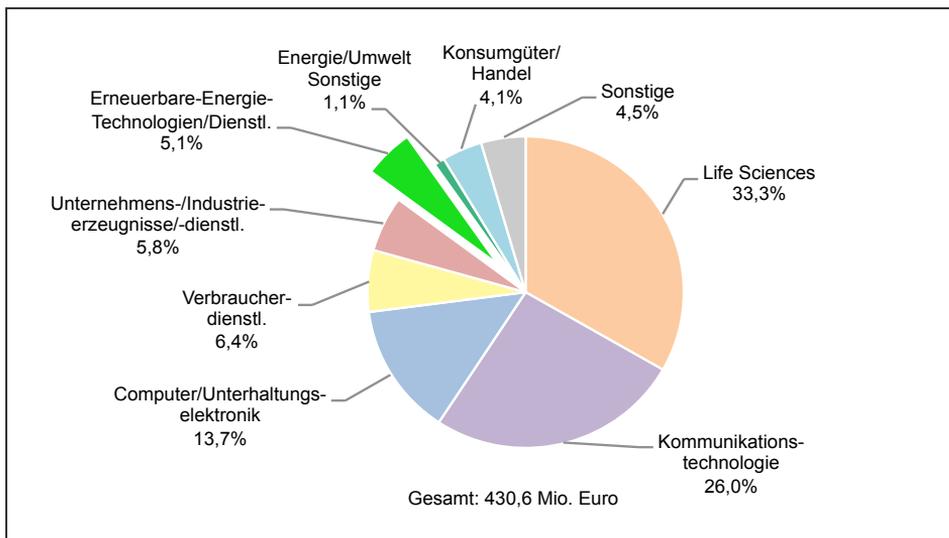


Abbildung 1: Frühphaseninvestitionen in Deutschland nach Branche im Jahr 2011.⁷

Setzt man das VC-Investitionsvolumen der einzelnen Branchen in das Verhältnis zur Marktkapitalisierung der börsennotierten Unternehmen in der jeweiligen Branche, so bestätigt sich, dass die Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor auch relativ betrachtet vergleichsweise gering war (vgl. Abbildung 2). Mit nur 0,04 Prozent wurden im Bereich Erneuerbare-Energien/Energie/Umwelt im Verhältnis zur Marktkapitalisierung der hier börsennotierten Unternehmen deutlich weniger VC-Investitionen getätigt als z.B. in den Bereichen Kommunikationstechnologie (0,20%), Life Sciences (0,18%), Verbraucherdienstleistungen (0,16%) oder Computer und Unterhaltungselektronik (0,08%).

⁶ Vgl. BVK (2012, S.7). Die in der BVK-Statistik aufgeführte Kategorie »Energie/Umwelt« setzt sich lt. nicht veröffentlichten Angaben des BVKs aus den Bereichen »Alternative Technologien zur Stromerzeugung« (4,5 Mio. Euro; 16,9%), »Alternative Energie-Technologien« (11,1 € Mio; 41,8%), »Energiebezogene Dienstleistungen« (4,2 Mio. Euro; 15,7%), »Dienstleistungen im Umweltbereich« (1,3 Mio. Euro; 5,0%) und »Sonstige Investitionen im Energiebereich« (5,5 Mio. Euro; 20,5%) zusammen. Mit Hilfe der vom BVK auf Einzeltransaktionsbasis zur Verfügung gestellten Zuordnung »Cleantech« lässt sich das auf den Erneuerbare-Energien-Sektor entfallene Investitionsvolumen als Teil der Kategorie »Energie/Umwelt« bestimmen.

⁷ BVK (2012, S.7). Der Wert bezieht sich auf die in Deutschland getätigten Investitionen (Marktstatistik) in der Frühphase der Unternehmensentwicklung. Für eine Darstellung der unterschiedlichen Venture Capital-Finanzierungsphasen vgl. Abschnitt 2.1.1.

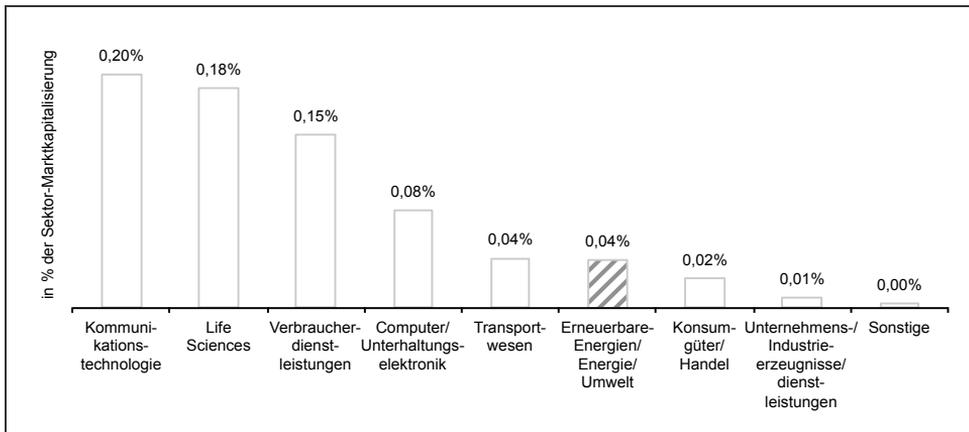


Abbildung 2: Frühphaseninvestitionen in Deutschland nach Branche im Jahr 2011 im Verhältnis zur Marktkapitalisierung (Streubesitz) der börsennotierten Unternehmen.⁸

Eine dauerhaft niedrige Bereitstellung von Venture Capital kann dazu führen, dass das vorhandene technologische Potential langsamer oder gar nicht genutzt wird und dadurch Innovationen und technologischer Wettbewerb in einer Volkswirtschaft eingeschränkt werden. Gerade für den Erneuerbare-Energien-Sektor, dem eine Schlüsselrolle bei der Reduktion von Treibhausgasen zufällt, wäre dies aus gesamtgesellschaftlicher Sicht nicht wünschenswert. Außerdem könnte dies aus wirtschaftspolitischer Perspektive zu einer Schwächung des Technologiestandortes Deutschland führen und das langfristige Potential für wirtschaftliches Wachstum und die Schaffung von Arbeitsplätzen verringern. Wieso aber entfällt auf den Erneuerbare-Energien-Sektor ein so geringer Anteil der VC-Investitionen? Zwei unterschiedliche Theorien können zur Beantwortung dieser Frage herangezogen werden:

- (1) Die Entscheidungstheorie erklärt die geringe Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor mit einem aus Sicht der VC-Investoren unzureichenden Risiko-Rendite-Verhältnis. Entsprechend der Entscheidungstheorie wird ein Investor vereinfacht betrachtet - eine Investition nur dann tätigen, wenn aus seiner subjektiven Sicht die erwartete Rendite der Investition in einem adäquaten Verhältnis zum erwarteten Risiko steht.⁹ Eine relativ geringe Investitionstätigkeit in einem be-

⁸ Die Marktkapitalisierung der Branchen wurde anhand der von der Deutschen Börse zum 30. Dezember 2011 veröffentlichten Marktkapitalisierung des Streubesitzes der in den DAXsubsector All Indizes geführten Unternehmen sowie der für die Zusammensetzung der Indizes verwendeten Branchenklassifizierung bestimmt. In Deutschland mit einem Zweitlisting notierte ausländische Unternehmen wurden bei der Betrachtung nicht berücksichtigt. Vgl. Deutsche Börse (2011).

⁹ Vgl. Franke und Hax (2009, S.313). Diese Betrachtungsweise setzt aus theoretischer Sicht eine stark vereinfachende Betrachtung der Investitionsentscheidung von VC-Gesellschaften voraus. Für die Zwecke dieser Arbeit ist dies ausreichend. Die Investitionsentscheidung von VC-Gesellschaften bzw. deren Investmentexperten wird somit als einperiodige Entscheidung betrachtet, bei welcher der Investmentexperte die Wahrscheinlichkeiten aller möglichen Ergebniszustände aufgrund seiner Erfahrung subjektiv bestimmt und ihnen einen Erwartungswert des Nutzens zuordnet. Der Investor maximiert mit seiner Investitionsentscheidung den Erwartungswert des Nutzens aus der Investition.

stimmten Sektor wäre entsprechend diesem normativen Erklärungsansatz die Folge eines aus Sicht der Investoren unzureichenden Risiko-Rendite-Verhältnisses der in diesem Sektor vorhandenen Investitionsmöglichkeiten. Die Wahrscheinlichkeit bzw. das Risiko, dass eine Investition erfolgreich ist oder fehlschlägt, ist für den Investor vorab aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren auf den Unternehmenserfolg weitestgehend unbekannt. Investoren orientieren sich in diesem Umfeld bei ihren Investmententscheidungen an dem subjektiv erwarteten Risiko-Rendite-Verhältnis und ihrer individuellen Präferenz für Risiko.¹⁰

- (2) Die Pfadabhängigkeitstheorie erklärt die geringe Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor mit organisatorischen Ineffizienzen der VC-Gesellschaften. Dieser zweite Erklärungsansatz basiert auf der Annahme, dass unter bestimmten Umständen VC-Gesellschaften dauerhaft nicht dazu in der Lage sind, Kapital effizient zwischen Investoren und Unternehmen zu vermitteln. Attraktive Investitionsmöglichkeiten wären demnach vorhanden, aber VC-Gesellschaften sind nicht dazu in der Lage diese zu nutzen. Brian Arthur zeigt mit Hilfe der von ihm begründeten Theorie der Pfadabhängigkeit, dass es prinzipiell zu Ineffizienzen in freien Märkten kommen kann, selbst wenn alle Akteure für sich genommen rational handeln.¹¹ Grundlage für das Zustandekommen von Pfadabhängigkeiten ist - entsprechend der Theorie - die Existenz von sich selbst verstärkenden Rückkopplungen. Im Falle von VC-Gesellschaften könnten positive Rückkopplungen beispielsweise bei der Einwerbung von Investorengeldern entstehen.¹² Gompers et al. zeigen, dass Geldgeber diejenigen VC-Gesellschaften bevorzugen, die bereits eine erfolgreiche Investitionshistorie in einem bestimmten Sektor vorweisen können.¹³ Kapital fließe demnach, relativ gesehen, leichter in die bei VC-Gesellschaften bereits erfolgreich etablierten Sektoren. Neue Investitionsfelder hätten unter diesen Umständen das Nachsehen. Entsprechend schwierig gestaltet es sich für VC-Gesellschaften, Gelder für Investitionen in neue Bereiche, wie beispielsweise den Erneuerbare-Energien-Sektor einzuwerben. Eine solche durch Pfadabhängigkeiten verursachte Ineffizienz widerspricht dem Gleichgewichtsgedanken von Angebot und Nachfrage der klassischen Ökonomietheorie. Die Theorie wäre aber dazu in der Lage, schlüssig zu erklären, wieso der Markt für VC-Investitionen hinsichtlich der Allokation von Kapital nicht notwendigerweise effizient sein muss.

¹⁰ Vgl. Ruhnka und Young (1991, S.115ff.) sowie für die entscheidungstheoretische Betrachtung von Investitionsentscheidungen Franke und Hax (2009, S.297ff.). Formell gesehen, entsprechen Investitionsentscheidungen der in der Entscheidungstheorie beschriebenen Entscheidung unter Unsicherheit i.e.S.. In der Praxis handelt es sich aber aufgrund der subjektiven Erfahrungswerte um eine Entscheidung unter Risiko. Für eine ausführliche Betrachtung der unterschiedlichen Entscheidungssituationen, vgl. Abschnitt 3.1.1.

¹¹ Vgl. Brian Arthur (1989, S.116ff; 1994, S.1–12).

¹² Für eine systematische Betrachtung aller möglichen positiven Rückkopplungseffekte vgl. Abschnitt 3.2.4.3. der vorliegenden Arbeit.

¹³ Vgl. Gompers et al. (1998, S.149ff., S.175ff.).

Es lässt sich festhalten, dass beide Theorien Erklärungsansätze für die überraschend niedrige Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor bereitstellen. Beide Theorien sind mit Blick auf das *allgemeine* Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften in einer Reihe von wissenschaftlichen Studien untersucht worden.¹⁴ Hierbei finden sich empirische Erkenntnisse, die sowohl die Entscheidungstheorie als auch die Pfadabhängigkeitstheorie als Erklärungsansatz stützen.

Für eine zielgerichtete Förderung von Innovationen im Erneuerbare-Energien-Sektor sind allgemeine Erkenntnisse zum Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften für sich genommen aber nicht ausreichend. Sie liefern zwar erste Anhaltspunkte darüber, welche Faktoren, allgemein betrachtet, das Investitionsverhalten negativ beeinflussen können, sind aber vielfach noch zu unspezifisch, um den beteiligten Akteuren genaue Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für VC-Investitionen zu liefern. Konkret bedeutet dies, dass beispielsweise die bestehenden Erkenntnisse der Entscheidungstheorie zum Investitionsverhalten von VC-Investoren mit Blick auf die spezifischen Besonderheiten des Erneuerbare-Energien-Sektors überprüft werden müssen.

Bisher gibt es zwei wissenschaftliche Studien, die versuchen, die geringe Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor mit Hilfe der Entscheidungstheorie und der Pfadabhängigkeitstheorie zu erklären. Beide Studien werden nachfolgend kurz diskutiert.

Kasemir et al. unternehmen mit Hilfe der Entscheidungstheorie einen ersten Versuch, die Forschungslücke zu schließen.¹⁵ Sie hinterfragen im Rahmen qualitativer Interviews das Investitionsverhalten von VC-Investoren speziell im Erneuerbare-Energien-Sektor. Die Ergebnisse ihrer Untersuchung zeigen, dass für den Erneuerbare-Energien-Sektor tatsächlich spezifische Risiko- und Renditefaktoren bestehen, die sich von anderen Sektoren unterscheiden und die Investitionsaktivität von VC-Gesellschaften speziell in nur diesem Sektor einschränken. Von den Studienteilnehmern wurden in diesem Zusammenhang die hohen Markteintrittsbarrieren im Energiemarkt für junge Unternehmen aufgrund der Marktmacht bestehender Marktteilnehmer, lange Entwicklungszeiträume bei Energietechnologien sowie die teilweise aus der Sicht der Konsumenten unklaren direkten Vorteile von Umwelttechnologien genannt. Die Studie von Kasemir et al. bleibt trotz ihres Fokus auf dem Erneuerbare-Energien-Sektor hinsichtlich ihrer Erkenntnisse vage.¹⁶ Grund hierfür ist, dass die Autoren die Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis nicht systematisch entsprechend den einzelnen Segmenten innerhalb des Erneuerbare-Energien-Sektors differenzieren. Betrachtet man nämlich die Zusammensetzung dieses Sektors, stellt man fest, dass dieser keineswegs homogen ist. Vielmehr besteht er aus einer Vielzahl von teils sehr unterschiedlichen Technologiesegmenten, deren gemeinsames Merkmal allein darin besteht, dass Energie

¹⁴ Für eine detaillierte Betrachtung des aktuellen Forschungsstandes vgl. Kapitel 3 der vorliegenden Arbeit.

¹⁵ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.891ff.).

¹⁶ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.891ff.).

auf eine dauerhaft erneuerbare Art und Weise produziert wird. Das Spektrum reicht dabei von jungen, innovativen Technologien in neuen, dynamisch wachsenden Märkten, wie der Photovoltaik, bis hin zu etablierten Technologien in weitestgehend stagnierenden Märkten, wie beispielsweise Fließwasserkraftwerken. Der Erneuerbare-Energien-Sektor besteht also aus einem breiten Spektrum von Technologien mit gänzlich unterschiedlichen, für Investoren aber relevanten Merkmalen. Um die Faktoren zu identifizieren, die Risiko und Rendite aus Sicht der VC-Investoren in diesem Sektor beeinflussen, ist es erforderlich, nicht nur speziell den Sektor an sich zu betrachten, sondern zusätzlich auch innerhalb des Sektors zwischen den einzelnen Segmenten oder zumindest bestimmten Kategorien von Segmenten zu differenzieren.

Die Problematik einer sektorspezifischen, aber nicht nach Segmenten differenzierenden Betrachtung wird deutlich, wenn man die vermeintlichen Erkenntnisse der zweiten Studie zu der vorliegenden Fragestellung betrachtet. Wüstenhagen und Teppo versuchen in ihrer Studie, die qualitativen Erkenntnisse von Kasemir et al. mit Hilfe quantitativer Daten empirisch zu bestätigen. Sie finden in ihrer auf einer aggregierten Betrachtung basierenden Untersuchung aber keine überzeugenden Belege hierfür und verwerfen in ihrer Schlussfolgerung die Erkenntnisse von Kasemir et al. zugunsten der Pfadabhängigkeitstheorie.¹⁸ Diese Schlussfolgerung muss kritisch hinterfragt werden. Kasemir et al. gewinnen ihre Erkenntnisse mit Hilfe qualitativer Interviews.¹⁹ Ihre Erkenntnisse basieren somit auf der subjektiven Wahrnehmung einzelner VC-Investoren, die sich zum Teil aus konkreten Investitionssituationen heraus ergeben haben. Sie erheben nicht den Anspruch für den Erneuerbare-Energien-Sektor allgemein gültig zu sein. Es ist also durchaus möglich, dass die Erkenntnisse für einige Segmente gelten, für andere aber nicht. Wüstenhagen und Teppo hingegen betrachten den Erneuerbare-Energien-Sektor als eine homogene Einheit. Hierdurch bleiben mögliche Unterschiede, die sich aus der inneren Heterogenität des Sektors und der subjektiven Wahrnehmung der hier handelnden Akteure ergeben könnten, unentdeckt.²⁰

Pfadabhängigkeiten können auf Ebene der VC-Gesellschaften entstehen und sind daher nicht sektor- oder segmentabhängig. Sie treten insbesondere dann in Erscheinung, wenn VC-Gesellschaften ihre Investitionstätigkeit in einem neuen Sektor aufnehmen möchten. In diesem Zusammenhang ist die Frage zu klären, welche unterschiedlichen positiven Rückkopplungseffekte auf Ebene der VC-Gesellschaften möglicherweise bestehen, die eine aktivere Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor verhindern. Wüstenhagen und Teppo verweisen auf verschiedene Faktoren, die sowohl das Angebot von als auch die Nachfrage nach Venture Capital negativ beeinflussen.²¹ Allerdings untersuchen sie diese weder selbst im Rahmen ihrer Studie, noch grenzen sie die Pfadabhängigkeit überzeugend von dem weitgefassten Konzept der

¹⁸ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.63ff.), Kasemir et al. (2000, S.895ff.).

¹⁹ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.893ff.).

²⁰ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.63ff.).

²¹ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.80ff.).

Historizität, wonach historische Ereignisse einen prägenden Einfluss auf die Gegenwart haben, ab. Der Erkenntnisgewinn ihrer Studie bleibt daher mit Blick auf Pfadabhängigkeiten als Erklärung für die geringe Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor begrenzt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es für Akteure, die eine effiziente Bereitstellung von Venture Capital für Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor fördern wollen, notwendig ist, genaue Kenntnisse über die Ursachen der zu beobachtenden geringen Investitionsaktivität der VC-Gesellschaften zu erhalten. Die bisherige wissenschaftliche Literatur zeigt diesbezüglich nur erste, wenig differenzierte Erklärungsansätze. Handeln politische oder wirtschaftliche Akteure auf Grundlage dieser begrenzten Erkenntnisbasis, so besteht die Gefahr, dass keine zielführenden Maßnahmen zur Förderung der Investitionstätigkeit beschlossen werden.

1.2 Forschungsfragen und Ziel der Arbeit

Ziel dieser Untersuchung ist es, die bestehenden Forschungslücken zu schließen und einen detaillierten Überblick zu Investitionshemmnissen für VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor zu gewinnen. Dabei werden die beiden gängigen theoretischen Erklärungsansätze, ein unzureichendes Risiko-Rendite-Verhältnis der Investitionsmöglichkeiten und bestehende Pfadabhängigkeit auf Ebene der VC-Gesellschaften, detailliert untersucht. Die beiden übergeordneten Forschungsfragen dieser Untersuchung lauten:²²

1. Beeinflussen sektorspezifischen Risiken- und Renditepotentiale aus Sicht von VC-Investoren die Attraktivität von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor?
2. Führen Pfadabhängigkeiten auf der Ebene der VC-Gesellschaften zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor?

Wie bereits gezeigt, besteht die besondere Herausforderung mit Blick auf die Forschungsfrage 1 in der Tatsache, dass der Erneuerbare-Energien-Sektor sehr heterogen ist. Es existieren unterschiedliche Segmente mit möglicherweise unterschiedlichen Risiko-Rendite-Profilen. Eine allgemeine Betrachtung greift daher zu kurz und liefert nur ungenaue Lösungsoptionen. Die vorliegende Untersuchung adressiert diese Problematik, indem sie die Segmentebene des Sektors in der Betrachtung explizit berücksichtigt. Zusätzlich wird bei der Untersuchung auch der Einfluss bestimmter Merkmale auf Seiten der VC-Gesellschaften, wie beispielsweise die Investorenerfahrung oder der systematische Einsatz von Methoden zur Technologiefrühaufklärung auf die Bewertung von Risiken und Renditepotentialen von Investitionen, berücksichtigt.

²² Für eine detaillierte Ausarbeitung der Forschungsfragen vgl. Kapitel 4 der vorliegenden Arbeit.

Hinsichtlich der zweiten übergeordneten Forschungsfrage besteht die Herausforderung im Wesentlichen darin, bei der Suche nach bzw. Überprüfung von möglichen Pfadabhängigkeiten tatsächliche Pfadabhängigkeiten von umgangssprachlich als solche bezeichneten abzugrenzen und diese auch empirisch nachzuweisen.²³ Das entscheidende Merkmal von Pfadabhängigkeiten i.e.S. ist hier die Existenz von sich selbst verstärkenden positiven Rückkopplungen. Da Pfadabhängigkeiten auf der Ebene der VC-Gesellschaften zu erwarten sind, sollten diese unabhängig vom einzelnen Segment des Erneuerbare-Energien-Sektors auftreten.

1.3 Gang der Untersuchung

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden zuerst die Grundlagen für die Untersuchung geklärt, Begrifflichkeiten definiert und der Untersuchungsgegenstand abgegrenzt (Kap. 2). Anschließend werden die theoretischen Grundlagen der Entscheidungstheorie und der Pfadabhängigkeitstheorie betrachtet und die relevanten Anknüpfungspunkte für die vorliegenden Forschungsfragen herausgearbeitet (Kap. 3). Im vierten Kapitel werden die Forschungsfragen detailliert erarbeitet und Hypothesen als Grundlage für die empirische Studie abgeleitet. Im Anschluss daran werden im Kapitel 5 das Untersuchungsdesign und die Untersuchungsmethodik erarbeitet. Außerdem wird die Operationalisierung der Variablen (Kap. 5.4) festgelegt. Die Konzeption der Datenerhebung, die Analyse der erhobenen empirischen Daten und die Überprüfung der Hypothesen findet in Kapitel 6 statt. Die Studie schließt mit einer Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse und einem Ausblick auf weiterführende Forschungsfragen (Kap. 7).

²³ Eine Übersicht von Definition der Pfadabhängigkeit i.e.S. vgl. Kapitel 3 der vorliegenden Arbeit.

2 Definitionen

Ziel dieses Kapitels ist es, die beiden zentralen Begriffe der Forschungsfragen, »Venture Capital« und »erneuerbare Energien«, zu definieren und von ähnlichen Konzepten präzise abzugrenzen. Im ersten Abschnitt werden neben dem Venture Capital-Begriff, der Markt für Venture Capital und die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der VC-Gesellschaften einführend dargestellt. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Prozess der Investitionsentscheidung der VC-Gesellschaften, dem zentralen Aspekt der beiden Forschungsfragen. Anschließend wird im zweiten Abschnitt der Erneuerbare-Energien-Sektor mit seinen wesentlichen Technologiesegmenten und deren Eigenschaften dargestellt.

2.1 Venture Capital

Venture Capital bezeichnet Eigenkapital, welches zur Finanzierung von jungen technologieorientierten Unternehmen mit hohem Wachstumspotential eingesetzt wird. Es wird als Teil des privaten Kapitalmarktes durch spezialisierte Investoren, die sogenannten VC-Gesellschaften, zur Verfügung gestellt. Der Begriff Venture Capital stammt aus dem englischen Sprachraum und reflektiert die Tatsache, dass die Investoren bei Eigenkapitalinvestitionen in junge, größtenteils bislang noch unprofitable Unternehmen ohne validiertes Geschäftsmodell ein hohes Maß an unternehmerischem Risiko eingehen. Das Gabler Wirtschaftslexikon definiert Venture Capital wie folgt:

»Bei Venture-Capital (*Risikokapital, Wagniskapital*) handelt es sich um zeitlich begrenzte Kapitalbeteiligungen an jungen, innovativen, nicht börsennotierten Unternehmen, die sich trotz zum Teil unzureichender laufender Ertragskraft durch ein überdurchschnittliches Wachstumspotenzial auszeichnen.«²⁴

Im Deutschen wird Venture Capital wahlweise mit Risiko- oder Wagniskapital übersetzt. Da sich der englische Begriff Venture Capital auch in Deutschland als Bezeichnung für die spezielle Anlagesituation weitestgehend etabliert hat, wird er in dieser Arbeit in der englischen Form verwendet. In den folgenden Abschnitten wird eine kurze Übersicht über die Abgrenzung gegenüber anderen Finanzierungsformen sowie die Rolle und Bedeutung von Venture Capital bei der Unternehmensfinanzierung gegeben.

2.1.1 *Venture Capital als Segment des privaten Eigenkapitalmarktes*

Generell lässt sich der Eigenkapitalmarkt für Unternehmensfinanzierungen in einen öffentlichen Teil (Public Equity) und einen privaten Teil (Private Equity) unterteilen. Der öffentliche Teil des Eigenkapitalmarktes beschränkt sich auf die Eigenkapitalfi-

²⁴ Gabler Wirtschaftslexikon (o.J.).

finanzierung von börsennotierten Unternehmen. Der private Eigenkapitalmarkt hingegen umfasst die gesamte Eigenkapitalfinanzierung von nicht börsennotierten Unternehmen. Der private Eigenkapitalmarkt ist im Vergleich zum öffentlichen Eigenkapitalmarkt weitestgehend unreguliert und vergleichsweise intransparent, da für die beteiligten Kapitalgeber und Unternehmen keine direkten Verpflichtungen bestehen, Informationen über getätigte Transaktionen zu veröffentlichen.

Die Abgrenzung von Venture Capital gegenüber anderen Formen der Eigenkapitalfinanzierung innerhalb des privaten Eigenkapitalmarktes wird in der Literatur nicht einheitlich vorgenommen. Entsprechend dem Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (BVK) bezieht sich Venture Capital auf die Eigenkapitalfinanzierung von »jungen, innovativen und nicht börsennotierten Unternehmen mit erkennbarem Entwicklungs- und Wachstumspotential«. ²⁵ Es umfasst nach diesem Ansatz die in Abbildung 3 dargestellte Früh- und Spätphasenfinanzierung. ²⁶ Mit Blick auf die vorliegenden Fragestellungen wird der Begriff Venture Capital in dieser Untersuchung entsprechend der weiteren Kategorisierung des BVKs auf Eigenkapitalfinanzierung innerhalb der Frühphase der Entwicklung junger Unternehmen begrenzt. Eigenkapitalfinanzierungen, die typischerweise auf spätere Unternehmensphasen bzw. bereits am Markt etablierte Unternehmen entfallen, werden in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt, da sie der Private Equity-Finanzierung i.e.S. zugerechnet werden. ²⁷

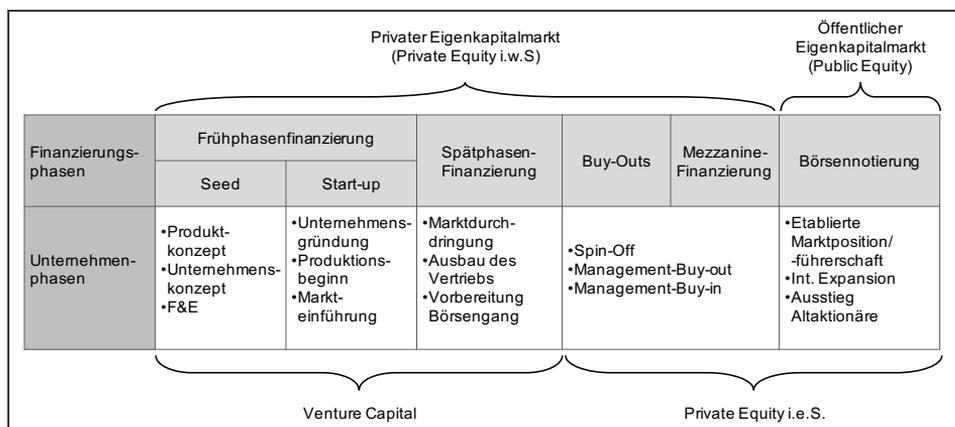


Abbildung 3: Übersicht Eigenkapitalmarkt. ²⁸

²⁵ Frommann und Dahmann (2005, S.7).

²⁶ Schefczyk hingegen lehnt eine solch strikte Beschränkung entlang bestimmter Finanzierungsphasen ab, da VC-Gesellschaften möglicherweise auch Buy-Out- oder Mezzanine-Finanzierungen durchführen und sich diese Finanzierungen nicht notwendigerweise bestimmten Finanzierungsphasen zuordnen lassen. In der Praxis verlaufen die Grenzen tatsächlich fließend und lassen sich nur anhand einer Reihe von Kriterien, wie beispielsweise Kapitalbedarf, Risikoprofil, Wachstumsaussichten und Innovationsgrad der Beteiligungsunternehmen, ziehen. Vgl. Schefczyk (2004, S.17ff.).

²⁷ Vgl. Frommann und Dahmann (2005, S.6f.).

²⁸ Eigene Darstellung, in Anlehnung an Frommann und Dahmann (2005, S.6, S.7).

Die Finanzierung der Vorgründungs- (Seed) und Gründungsphase (Start-up) von Unternehmen wird, wie oben beschrieben, unter dem Oberbegriff »Frühphasenfinanzierung« zusammengefasst. Der BVK definiert Seed- und Start-up-Finanzierung wie folgt:

Seed-Finanzierung: »Finanzierung der Ausreifung und Umsetzung einer Idee in verwertbare Resultate bis hin zum Prototyp, auf dessen Basis ein Geschäftskonzept für ein zu gründendes Unternehmen erstellt wird.«²⁹

Start-up-Finanzierung: »Finanzierung eines Unternehmens, das sich in der Gründungsphase, im Aufbau oder seit kurzem im Geschäft befindet und welches seine Produkte noch nicht oder nicht in größerem Umfang vermarktet hat.«³⁰

Unternehmen, die sich in dieser frühen Entwicklungsphase befinden, weisen ein sehr hohes unternehmerisches Risiko auf, da sie die technische und wirtschaftliche Machbarkeit ihrer Idee meist noch nicht demonstrieren konnten. Gleichzeitig besteht in diesem Entwicklungsstadium – gemessen an den vorhandenen Mitteln – ein hoher Kapitalbedarf, um die Ideen für neue Produkte oder Dienstleistungen erfolgreich zu entwickeln, zu testen und zu kommerzialisieren. Das Eigenkapital der Gründer, sogenannter »Friends and Family«-Investoren oder Gründerdarlehen reicht für den nächsten Entwicklungsschritt in der Regel nicht mehr aus, sodass Kapital von externen Investoren beschafft werden muss. Die Spätphasenfinanzierung schließt sich nahtlos an die Frühphasenfinanzierung junger Wachstumsunternehmen an. Sie grenzt sich von der Frühphasenfinanzierung dadurch ab, dass die Unternehmen üblicherweise wirtschaftlich die Grenze zur Profitabilität (Break-Even) bereits erreicht haben. Der Schwerpunkt der unternehmerischen Aktivität verschiebt sich von der Validierung einer technologischen Idee bzw. dem Aufbau eines tragfähigen Geschäftsmodells hin zur Realisierung von Unternehmenswachstum und Marktdurchdringung. Der Kapitalbedarf der Unternehmen steigt in dieser Phase der Entwicklung stark an. Für einen Gang an die Börse bzw. den öffentlichen Kapitalmarkt ist es aber meist noch zu früh, da hierfür in der Regel eine signifikante Unternehmensgröße sowie eine etablierte Geschäftshistorie erforderlich sind. Da sich der Zugang zu den klassischen Finanzierungsinstrumenten – wie beispielsweise Bankdarlehen – nur schrittweise öffnet, sind die Unternehmen auf Venture Capital angewiesen, um sich weiterhin erfolgreich entwickeln zu können.

Der deutsche Markt für Venture Capital wird vom BVK im Jahr 2011 auf ein Anlagevolumen von 687 Mio. Euro geschätzt.³¹ Abbildung 4 zeigt, dass die Ausprägung des VC-Marktes gemessen am Bruttoinlandsprodukt je nach Land weltweit sehr unterschiedlich ist.

²⁹ BVK (2004, S.12).

³⁰ BVK (2004, S.13).

³¹ Vgl. BVK (2012, S.6).

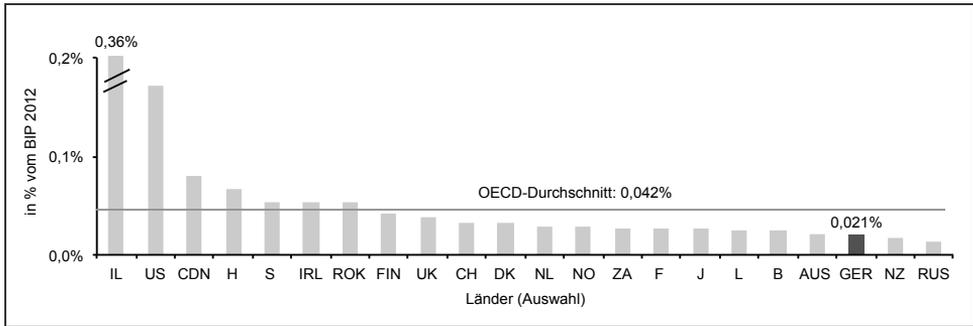


Abbildung 4: Weltweiter VC-Markt nach Ländern in Prozent vom BIP 2012.³²

Entsprechend der Statistik des BVK entfallen in Deutschland auf die zur Finanzierung von innovativen Unternehmensgründungen wichtige Frühphase der Unternehmensentwicklung (Seed- und Start-up-Finanzierungen) mehr als die Hälfte aller Investitionen der VC-Investoren (siehe Abbildung 5).³³

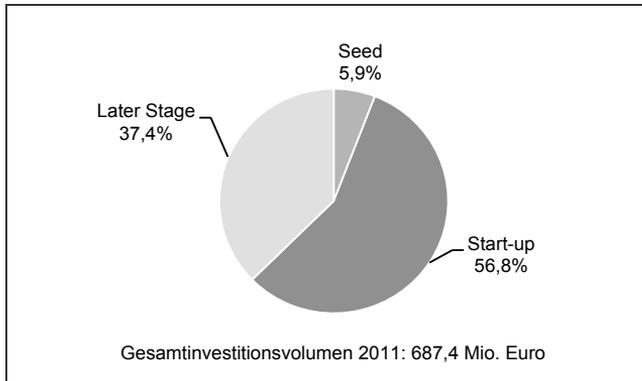


Abbildung 5: Deutscher VC-Markt nach Investmentphase.³⁴

2.1.2 Die Rolle von VC-Gesellschaften

Aus der Kapitalmarktperspektive betrachtet, fungieren VC-Gesellschaften als Intermediäre zwischen Kapitalgebern und Kapitalnehmern (vgl. Abbildung 6).³⁵ VC-Gesellschaften sammeln Kapital bei Investoren ein und stellen es entsprechend ihren Investi-

³² Quelle: OECD (2013, S.89).

³³ Vgl. BVK (2012, S.6).

³⁴ Quelle: BVK (2012, S.6). Insgesamt wurden in Deutschland im Jahr 2011 im Seed-Bereich 163 Unternehmen mit durchschnittlich 0,247 Mio. Euro und im Start-up Bereich 395 Unternehmen mit durchschnittlich 0,988 Mio. Euro durch VC-Gesellschaften finanziert. Die geringere Anzahl von Seed-Finanzierungen lässt sich darauf zurückführen, dass in diesem Bereich informelle Kapitalgeber wie Business Angle, die Eigenfinanzierung durch die Gründer oder »Friends and Family«-Investoren eine größere Rolle spielen, die durch die BVK-Statistik nicht erfasst werden. Der Kapitalbedarf ist in dem Vorgründungsstadium außerdem vergleichsweise moderat, da zu diesem Zeitpunkt noch keine kapitalintensiven Investitionen in weiterführende Entwicklungsarbeiten, Produktion oder Vertrieb erforderlich sind.

³⁵ Vgl. Schefczyk (2004, S.26).

tionsrichtlinien den Unternehmen mit dem Ziel zur Verfügung, für die Kapitalgeber eine dem Risiko entsprechende Rendite zu erwirtschaften.

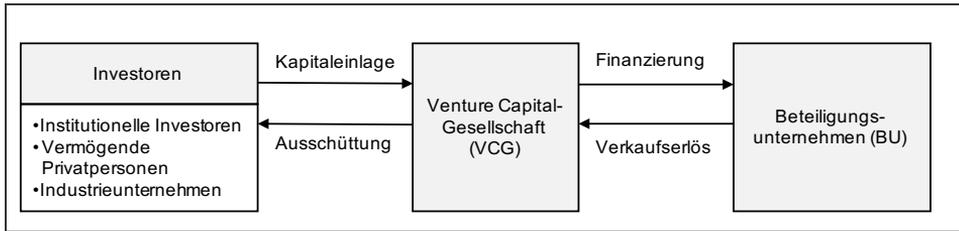


Abbildung 6: Die VC-Gesellschaft als Intermediär zwischen Investor und Unternehmen.³⁶

Die VC-Gesellschaften agieren als Intermediäre in einem Markt, der insbesondere für institutionelle Kapitalgeber, verglichen mit den öffentlichen Kapitalmärkten, intransparent und risikoreich ist.³⁷ Aus Sicht der Kapitalgeber ermöglichen VC-Gesellschaften den Zugang zu rentablen Investitionsmöglichkeiten, die eigenständig nicht notwendigerweise realisiert werden können. Sie verringern außerdem das Investitionsrisiko, da die VC-Gesellschaften sich auf diese Art von Investitionen spezialisieren können und ein kontinuierliches, aktives Management der Beteiligungen sicherstellen.³⁸ Aus der Perspektive der Kapitalnehmer vereinfachen VC-Gesellschaften den Zugang zu Kapital zu möglichst niedrigen Finanzierungskosten.³⁹

2.1.3 Unterschiedliche Arten von VC-Gesellschaften

VC-Gesellschaften lassen sich anhand der Zielsetzung ihrer Kapitalgeber in drei unterschiedliche Kategorien aufteilen: (1) unabhängige VC-Gesellschaften, (2) öffentliche VC-Gesellschaften und (3) unternehmenszugehörige VC-Gesellschaften, im Englischen Corporate Venture Capital Companies genannt.

Unabhängige VC-Gesellschaften sind private, renditeorientierte Investmentgesellschaften, deren Kapitalgeber im Wesentlichen institutionelle Anleger, wie beispielsweise Versicherungen oder Pensionsfonds, sind. Das Investmentinteresse der Investoren – und somit der VC-Gesellschaften – liegt bei ihnen ausschließlich auf der Erzielung einer attraktiven finanziellen Rendite, bezogen auf das eingesetzte Kapital. Unabhängige VC-Gesellschaften müssen daher vor Beginn ihrer Investmenttätigkeit, im Wettbewerb mit anderen VC-Gesellschaften stehend, potentielle Kapitalgeber von ihrem Investmentkonzept und ihrer Investmentkompetenz überzeugen, um von diesen Kapital einzuwerben.⁴⁰

³⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schefczyk (2004, S.26) und Höhn (2009, S.13).

³⁷ Vgl. hierzu Kapitel 2.1.1.

³⁸ Vgl. Schefczyk (2004, S.25ff.).

³⁹ Vgl. Schefczyk (2004, S.37).

⁴⁰ Vgl. Norton (1995, S.19f.).

Öffentliche VC-Gesellschaften sind Investmentgesellschaften, deren Kapitalgeber in erster Linie staatliche oder öffentliche Institutionen sind, wie beispielsweise Landesbanken oder Sparkassen. Neben der Erzielung einer finanziellen Rendite spielen zusätzlich wirtschaftspolitische oder standortbezogene Überlegungen bei einer Investitionsentscheidung eine Rolle. Die Existenz sogenannter »Spill-over« Effekte kann Investitionen aus öffentlicher Sicht interessant machen und somit zur Finanzierung von Unternehmen führen, bei denen unabhängige VC-Gesellschaften aufgrund einer unzureichenden finanziellen Rendite eine Finanzierung ablehnen.⁴¹ Außerdem sind öffentliche VC-Gesellschaften offenbar in der Lage, durch eine Beteiligung an jungen Unternehmen Informationsasymmetrien zu verringern und dadurch den Unternehmen den Zugang zu unabhängigen VC-Gesellschaften zu erleichtern.⁴²

Die dritte Kategorie umfasst sogenannte *Corporate Venture Capital-Gesellschaften* (CVCs), deren Investoren etablierte Unternehmen, meistens Industrieunternehmen, sind. Diese Unternehmen verfolgen mit der Etablierung von eigenen, operativ weitestgehend eigenständigen CVC-Einheiten neben finanziellen zu einem wesentlichen Teil auch strategische Interessen.⁴³ Sie erhalten mit Hilfe der CVC-Einheiten einen zeitnahen Überblick über neue, externe Innovationen und technologische Trends sowie Zugang zu innovativen Unternehmen in den für sie strategisch relevanten Geschäftsbereichen.⁴⁴ CVCs verfügen aufgrund ihrer engen Anbindung an ein Unternehmen über umfangreiches technologisches und marktbezogenes Wissen, welches sie bei der Auswahl und der Unterstützung der Beteiligungsunternehmen vorteilhaft einsetzen können. Dies wirkt sich positiv auf die Entwicklung von Beteiligungsunternehmen aus, insbesondere wenn die CVC eigenständig nach unternehmerischen Kriterien entscheiden kann und das Beteiligungsunternehmen strategisch zum CVC passt.⁴⁵

2.1.4 *Venture Capital-Fonds*

VC-Gesellschaften verwalten das ihnen zur Verfügung gestellt Kapital in rechtlich eigenständigen Gesellschaften, den sogenannten Venture Capital-Fonds (VC-Fonds). Die Investoren beteiligen sich mit ihrer Kapitalanlage somit an einem VC-Fonds und nicht an der VC-Gesellschaft selbst. Die VC-Gesellschaft verwaltet den VC-Fonds für die Investoren und erbringt mit ihrer Investitionstätigkeit formell nur eine Managementdienstleistung für den VC-Fonds, welche dieser entsprechend vergütet. Die VC-Gesellschaft verwaltet in der Praxis mehrere zum Teil auch unterschiedliche Fonds

⁴¹ Vgl. Griliches (1992, S.29ff.), Lerner (2002, S.F78f.) und Bloom et al. (2013, S.1347ff.).

⁴² Vgl. Lerner (1999, S.285ff.), Leleux und Surlemont (2003, S.81ff.) sowie (Cummings 2007, S.223ff.).

⁴³ Vgl. Sykes (1990, S.37ff.), Schween (1996, S.60, S.63ff.), van de Vrande et al. (2011, S.483ff.) und McGrath et al. (2012).

⁴⁴ Vgl. Ivanov und Xie (2010, S.129ff.). Für eine inhaltlichen Abgrenzung gegenüber dem sogenannten »Internal Corporate Venturing« und verwandten Konzepten vgl. Schween (1996, S.17) und Poser (2003, S.81ff.).

⁴⁵ Vgl. Siegel et al. (1988, S.233ff.), Ivanov und Xie (2010, S.129ff.).

gleichzeitig.⁴⁶ Die Investmentstrategie für einen VC-Fonds wird vor dessen Auflegung und Vermarktung gegenüber den Investoren in groben Zügen festgelegt. Wesentliche vereinbarte Investmentparameter sind in der Regel die sektorale und geographische Fokussierung des Fonds, das Entwicklungsstadium der Unternehmen, in die investiert werden soll, die Diversifizierungsgrundsätze sowie der zeitliche Investmenthorizont des Fonds. Somit stehen bereits zu Beginn die wesentlichen Eckpunkte des Risikoprofils der Investitionen fest. Die VC-Gesellschaft muss sich bei ihrer Investitionstätigkeit entsprechend an diese halten. Für die Investoren ergeben sich durch die Investition in einen Fonds, der in mehrere Unternehmen investiert, Diversifizierungs- und Skaleneffekte.⁴⁷

2.1.5 Bedeutung von Venture Capital für den Unternehmenserfolg

Seine große Bedeutung innerhalb der Unternehmensfinanzierung erlangt Venture Capital aufgrund der Bedeutung junger, innovativer, technologieorientierter Unternehmen für die volkswirtschaftliche Entwicklung.⁴⁸ Durch die effiziente Bereitstellung von Kapital tragen VC-Gesellschaften zu der positiven Entwicklung junger, innovativer Unternehmen bei. Empirische Studien weisen einen positiven Effekt von Venture Capital auf das Unternehmenswachstum nach.⁴⁹ Kortum und Lerner finden in ihrer Studie Belege für einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Umfang von VC-Investitionen und der Anzahl der beantragten wirtschaftlich relevanten Patente.⁵⁰ Hellmann und Puri zeigen darüber hinaus, dass der Zugang zu Venture Capital die Entwicklung und erfolgreiche Kommerzialisierung von innovativen Produkten beschleunigt.⁵¹ Andere Studien zeigen bei der Analyse von Innovationshemmnissen bei deutschen Hochtechnologieunternehmen, dass der fehlende Zugang zu externen Finanzierungsquellen zu einem Verzicht auf den Beginn neuer Innovationsprojekte führen kann.⁵² Die Erkenntnisse zum positiven Effekt von Venture Capital auf Unternehmen gelten insbesondere für junge, innovative Technologieunternehmen, die von unabhängigen VC-Gesellschaften finanziert werden.⁵³ Dabei ist der Wirkungsmechanismus von Venture Capital auf die Unternehmensentwicklung und Innovationsfähigkeit nicht auf die Bereitstellung von Kapital zu angemessenen Konditionen beschränkt. VC-Gesellschaften stellen den Unternehmen zusätzlich unternehmerisches und teilweise auch technologisches Know-how zur Verfügung bzw. vermitteln dieses mit Hilfe ihres

⁴⁶ Vgl. Sahlman (1990, S.488).

⁴⁷ Vgl. Feinendegen et al. (2002, S.5) und (Tausend 2006, S.22).

⁴⁸ Vgl. Licht und Nerlinger (1998, S.1005ff.) sowie Schneider und Veugelers (2010, S.969ff.).

⁴⁹ Vgl. Engel (2002, S.1ff.), Engel und Keilbach (2007, S.150ff.) sowie Bertoni et al. (2011, S.1028ff.).

⁵⁰ Vgl. Kortum und Lerner (2000, S.674ff.).

⁵¹ Vgl. Hellmann und Puri (2000, S.959ff.).

⁵² Vgl. Rammer und Weißenfeld (2008, S.61).

⁵³ Vgl. Bertoni et al. (2005, S.1ff.) und Bertoni et al. (2013, S.527ff.).

Netzwerkes, bestehend aus anderen VC-Gesellschaften, Portfoliounternehmen, Banken und Forschungseinrichtungen.⁵⁴

2.1.6 Investmentprozess von VC-Gesellschaften

Der Investmentprozess von VC-Gesellschaften wird in der Literatur unterschiedlich dargestellt. Abhängig von der Untersuchungsperspektive und dem Forschungsschwerpunkt der jeweiligen Untersuchung variieren die verwendeten Modelle hinsichtlich Anzahl, Aufteilung und Benennung der Prozessschritte.⁵⁵ Als Grundlage für die vorliegende Untersuchung wird der Investmentprozess aus der Perspektive der VC-Gesellschaft betrachtet und schließt somit die Einwerbung von Kapital vor Beginn des Investmentprozesses i.e.S. mit ein (siehe Abbildung 7).

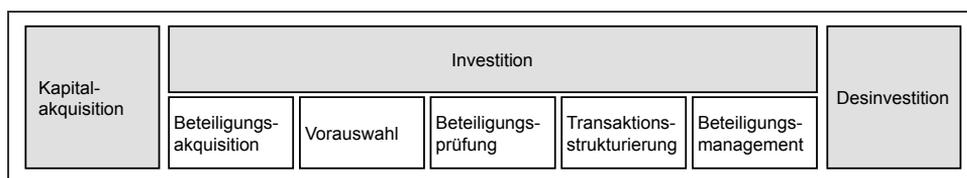


Abbildung 7: Investmentprozess aus Sicht der VC-Gesellschaft.⁵⁶

2.1.6.1 Kapitalakquisition

Unabhängige VC-Gesellschaften sind auf die Einwerbung von externem Kapital zur Finanzierung ihrer Investmenttätigkeit angewiesen.⁵⁷ Dabei stehen sie mit anderen VC-Gesellschaften und Anlageklassen im Wettbewerb um ein begrenztes Angebot an Kapital, welches in erster Linie von institutionellen Investoren, wie beispielsweise Versicherungen oder Pensionsfonds, verwaltet wird.⁵⁸ Zahlreiche Untersuchungen befassen sich mit den Entscheidungskriterien, nach welchen die institutionellen Investoren ihr Kapital anlegen.⁵⁹ Gompers und Lerner zeigen, dass aus Sicht der VC-Gesellschaften der bisherige Investorfolg sowie die Reputation einer VC-Gesellschaft wesentliche Erfolgsfaktoren bei der Einwerbung von Kapital bei institutionellen Investoren darstellen.⁶⁰ Aber auch allgemeine Faktoren, wie beispielsweise das aktuelle Kapitalmarktumfeld für Börsengänge, beeinflussen die Bereitschaft institutioneller Investoren in VC-Fonds zu investieren.⁶¹

⁵⁴ Vgl. Sapienza (1992, S.9ff.), Sapienza et al. (1996, 439ff.), Lindsey (2008, S.1137ff.) sowie Colombo und Grilli (2010, S.610ff.).

⁵⁵ Vgl. Tyejbee und Bruno (1984, S.1051ff.), Fried und Hisrich (1994, S.28ff.), Schefczyk (2004, S.38ff.), Pankotsch (2005, S.29ff.) und Höhn (2009, S.19ff.).

⁵⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Tyejbee und Bruno (1984, S.1051ff.), Schefczyk (2004, S.38ff.).

⁵⁷ Vgl. Schefczyk (2004, S.38).

⁵⁸ Vgl. Gonnard et al. (2008, S.1ff.).

⁵⁹ Vgl. z.B. Falkenstein (1996, S.111ff.), Arnswald (2001, S.1ff.) oder Groh (2012, S.15ff.).

⁶⁰ Vgl. Gompers et al. (1998, S.149ff.) sowie Barnes und Menzies (2005, S.209ff.) und Groh und Liechtenstein (2011, S.532ff.).

⁶¹ Vgl. Black und Gilson (1998, S.243ff.), Jeng und Wells (2000, S.241ff.).

2.1.6.2 *Investition*

Die eigentliche Investitionsphase, in der die VC-Gesellschaft das Kapital in Beteiligungsunternehmen investiert, lässt sich grob - und für die Zwecke dieser Studie ausreichend - in fünf Abschnitte unterteilen: (1) Beteiligungsakquisition, (2) Vorauswahl, (3) Beteiligungsprüfung, (4) Transaktionsstrukturierung und (5) Beteiligungsmanagement.

Beteiligungsakquisition

Der erste Schritt des Investitionsprozesses umfasst die Suche nach potentiellen Unternehmen, die sich als Investitionsmöglichkeit eignen. Die VC-Gesellschaften werden dabei zu einem Großteil direkt von Unternehmen, die Kapital suchen, angesprochen oder sie werden mittelbar über andere Marktakteure, wie Investmentbanken, Beratungsgesellschaften oder andere VC-Gesellschaften, auf Investitionsmöglichkeiten aufmerksam gemacht. Zusätzlich suchen die VC-Gesellschaften auch selbst aktiv direkt oder über ihr eigenes Netzwerk nach geeigneten Kandidaten.⁶² Teilweise erhalten VC-Gesellschaften bis zu 1.000 Anfragen pro Kalenderjahr, von denen nur ca. 1-3 Prozent tatsächlich auch zu einer Beteiligung führen.⁶³ Die Herausforderung besteht in diesem Stadium daher weniger in der Generierung einer ausreichenden Anzahl von Anfragen, als vielmehr darin, die Qualität der Anfragen bzw. die Übereinstimmung der Anfragen mit dem Investmentfokus der VC-Gesellschaft zu überprüfen.

Vorauswahl

Im Rahmen einer Vorauswahl werden die Erstkontakte mit den allgemeinen Investitionskriterien der VC-Gesellschaft bzw. des in Frage kommenden Fonds abgeglichen und es wird eine kurze Vorprüfung des Geschäftsplanes anhand der eingereichten Unternehmensinformationen vorgenommen.⁶⁴ Ziel dieser Vorauswahl ist es, die hohe Anzahl der erhaltenen bzw. generierten Beteiligungsanfragen mit einem geringen Zeitaufwand auf die wirklich passenden und interessanten Kandidaten zu reduzieren. Außerdem wird eine erste indikative inhaltliche Beurteilung der möglichen wirtschaftlichen Attraktivität des Unternehmens vorgenommen.⁶⁵ Untersuchungen zeigen, dass bereits in dieser ersten Phase bis zu 80 Prozent der Anfragen von den Investmentexperten der VC-Gesellschaften aussortiert werden.⁶⁶

Beteiligungsprüfung

Beteiligungsunternehmen, die aufgrund formeller oder inhaltlicher Gründe in der ersten Überprüfung nicht aussortiert wurden und somit potentiell für ein Investment in

⁶² Vgl. Fried und Hisrich (1994, S.31f.), Schefczyk (2004, S.44), Höhn (2009, S.20).

⁶³ Vgl. Fiet (1995a, S.556), Boocock und Woods (1997, S.46), Schefczyk (2004, S.45).

⁶⁴ Vgl. Fried und Hisrich (1994, S.32), Schefczyk (2004, S.44), Golis et al. (2009, S.195).

⁶⁵ Vgl. Hall und Hofer (1993, S.34ff.) sowie Fiet (1995a, S.32).

⁶⁶ Vgl. Schefczyk (2004, S.44f.), Boocock und Woods (1997, S.48).

Frage kommen, werden in einem nächsten Schritt einer genaueren Überprüfung unterzogen und auch bewertet.⁶⁷ Dabei nutzen VC-Gesellschaften neben ihrer eigenen Expertise auch das Know-how externer Experten, insbesondere dann, wenn sie intern nicht über das erforderliche Know-how verfügen um ein Beteiligungsunternehmen angemessen zu überprüfen.⁶⁸ Zahlreiche Untersuchungen befassen sich mit den Kriterien, die VC-Gesellschaften in dieser zentralen Phase ihrer Investmententscheidung berücksichtigen.⁶⁹ Dabei geht es den VC-Gesellschaften darum, auf der einen Seite die potentiellen Risikofaktoren zu identifizieren und auf der anderen Seite, das Renditepotential des Beteiligungsunternehmens zu evaluieren. Die VC-Gesellschaft steht vor dem grundlegenden Problem eines Investors, dass die relevanten Informationen asymmetrisch zu Gunsten der Unternehmen verteilt sind. Ziel der Beteiligungsprüfung ist es, diese Informationsasymmetrie mit Hilfe einer intensiven Unternehmensprüfung aufzulösen und eine tragfähige Grundlage für eine Investmententscheidung zu finden. Die Analyse des Risiko-Rendite-Verhältnisses dient dabei als Ausgangspunkt für eine spätere Investitionsentscheidung der VC-Gesellschaft.⁷⁰ Mit Blick auf wesentliche Risiken werden in der Regel die technische Machbarkeit für das zu entwickelnde Produkt bzw. die Technologie (Technologierisiko), die Attraktivität des Absatzmarktes (Marktrisiko), die Kompetenz des Management-Teams (Managementrisiko) und finanzielle Aspekte, wie die Entwicklung von relevanten Unternehmenskennziffern und Bewertungsparametern (Renditepotential), analysiert.⁷¹ Bestandteil der detaillierten Unternehmensprüfung ist auch eine erste finanzielle Bewertung des Beteiligungsunternehmens.⁷² Die Bewertung kann sich häufig aufgrund mangelnder finanzieller Kennziffern nicht an traditionellen Bewertungsmethoden orientieren.⁷³ Vielmehr wird die Bewertung in der Regel im Rahmen von Verhandlungen und mit Blick auf vergleichbare Transaktionen ermittelt.⁷⁴ Für VC-Gesellschaften ist die Bewertung ein wichtiger Parameter, um die erwartete Rendite in das entsprechende Verhältnis zum ermittelten Risikoprofil zu setzen.

Transaktionsstrukturierung

Die Transaktionsstrukturierung schließt sich nahtlos an die Beteiligungsprüfung an bzw. wird teilweise parallel dazu durchgeführt.⁷⁵ Die VC-Gesellschaft entscheidet in dieser Phase neben der Bewertung des Unternehmens und des Preises zu dem sie bereit

⁶⁷ Vgl. Tyebjee und Bruno (1984, S.1053), Fried und Hisrich (1994, S.32ff.), Schefczyk (2004, S.44f.).

⁶⁸ Vgl. De Clercq und Dimov (2008, S.585ff.).

⁶⁹ Vgl. Tyebjee und Bruno (1984, S.1057ff.), MacMillan et al. (1987, S.123ff.), Hisrich und Jankowicz (1990, S.49ff.).

⁷⁰ Vgl. Ruhnka und Young (1991, S.123).

⁷¹ Vgl. Tyebjee und Bruno (1984, S.1057ff.), MacMillan et al. (1985, S.119ff.), Kollmann und Kuckertz (2010, S.741ff.).

⁷² Vgl. Fried und Hisrich (1994, S.34).

⁷³ Vgl. Mechner (1989, S.85ff.), Achleitner und Nathusius (2003, S.1ff.), Mathonet und Meyer (2007, S.335), Golis et al. (2009, S.208), Vara (2010).

⁷⁴ Vgl. Cumming und Dai (2011, S.2ff.).

⁷⁵ Vgl. Fried und Hisrich (1994, S.34), Schefczyk (2004, S.46ff.).

ist, eine Beteiligung einzugehen, über die formelle Strukturierung der Beteiligung. Die Vorstellungen der VC-Gesellschaft hierzu werden in einem sogenannten Term-Sheet zusammengefasst, welches als Grundlage für die Vertragsverhandlungen mit der Beteiligungsgesellschaft dient.⁷⁶

Die Transaktionsstrukturierung und Beteiligungsvertragsgestaltung stellt für die VC-Gesellschaft neben der umfassenden Beteiligungsprüfung ein zweites wichtiges Mittel zum Risikomanagement ihrer Beteiligungen dar. Die Strukturierung zielt neben einer Verringerung des allgemeinen Investmentrisikos in erster Linie auf eine Lösung des sogenannten Principal-Agent-Problems ab. Dieses Problem entsteht generell bei der Trennung von Eigentum (Investor/Principal) und Kontrolle (Management/Agent), da erstens Investor und Management zumindest teilweise unterschiedliche Interessen verfolgen, zweitens die Informationen zwischen Investor und Management ungleich verteilt sind und drittens nicht alle zukünftigen Ereignisse vertraglich geregelt werden können.⁷⁷ Eine entsprechende Transaktionsstrukturierung und vertragliche Gestaltung ermöglicht es, diese Risiken aus Sicht der VC-Gesellschaften zu mitigieren.⁷⁸ Zu den möglichen Strukturierungsoptionen zählen unter anderem die zeitliche Staffelung der Kapitalbeteiligung entsprechend dem Unternehmensfortschritt, die Vereinbarung einer erfolgsabhängigen Managementvergütung und die Besetzung von Aufsichtsratspositionen durch Mitarbeiter der VC-Gesellschaft.⁷⁹ Die Phase der Transaktionsstrukturierung und der Vertragsverhandlungen kommt nur bei ca. der Hälfte der bearbeiteten Fälle zu einem erfolgreichen Abschluss, sodass letztlich nur ein sehr geringer Prozentsatz der Beteiligungsanfragen mit einer Kapitalbeteiligung durch die VC-Gesellschaft endet.⁸⁰

Beteiligungsmanagement

Nach dem erfolgreichen Abschluss einer Beteiligungsvereinbarung beginnt für die VC-Gesellschaft die Phase des Beteiligungsmanagements. Dieses umfasst aus Sicht der VC-Gesellschaft auf der einen Seite die eher passive Kontrolle der Beteiligung auf Basis der vom Beteiligungsunternehmen und externen Quellen zur Verfügung gestellten Informationen und auf der anderen Seite die nach Bedarf ausgestaltete aktive Managementunterstützung des Beteiligungsunternehmens durch die Investmentexperten der VC-Gesellschaft.⁸¹ Im Gegensatz zu dem Beteiligungsunternehmen verfügen die Investmentexperten der VC-Gesellschaft aufgrund ihrer regelmäßigen Beschäftigung

⁷⁶ Vgl. Schefczyk (2004, S.45).

⁷⁷ Vgl. Holmström (1979, S.74ff.), Sahlman (1990, S.493–503), Shleifer und Vishny (1997, S.737ff.), Kaplan und Strömberg (2004, S.2177ff.).

⁷⁸ Vgl. Gompers (1995, S.1461ff.), Lerner (1995, S.301ff.) und Douglas (2012, S.70ff.).

⁷⁹ Eine ausführliche Darstellung möglicher Strukturierungsoptionen findet sich u.a. in Sahlman (1990, S.503–506), Kaplan und Strömberg (2004, S.2195–2208) sowie Schefczyk (2004, S.47–54). Bengtsson und Sensoy (2011, S.477ff.) zeigen, dass die vertragliche Ausgestaltung in der Praxis auch von Eigenschaften der VC-Gesellschaften wie z.B. deren Investmenterfahrung abhängt.

⁸⁰ Boocock und Woods (1997, S.46) ermitteln in ihrer Untersuchung eine Erfolgsquote von nur 1,46 Prozent.

⁸¹ Vgl. Pankotsch (2005, S.62–65), Botazzi et al. (2008, S.488ff.) und Ivanov und Xie (2010, S.129ff.).

mit unternehmerischen Entscheidungen junger Wachstumsunternehmen über entsprechende Managementenerfahrung sowie relevante Kontakte zu einem Netzwerk aus Industrieexperten und Geschäftspartnern, welche sie dem Beteiligungsunternehmen bei Bedarf zur Verfügung stellen können. Verschiedene Studien zeigen, dass VC-Gesellschaften durch ihr aktives Beteiligungsmanagement den unternehmerischen Erfolg des Beteiligungsunternehmens positiv beeinflussen können. Gorman und Sahlman zeigen, dass die Investmentexperten der VC-Gesellschaften einen Großteil ihrer Zeit damit verbringen, die Beteiligungsunternehmens bei übergeordneten Aufgaben, wie der weiteren Kapitalbeschaffung, sowie bei strategischen Analysen und der Rekrutierung von kompetenten Managern zu unterstützen.⁸² Wie hoch der Mehrwert der VC-Gesellschaft für das Beteiligungsunternehmen ist, hängt dabei von der Situation und dem Einzelfall ab. Entsprechend einer Studie von Sapienza fällt der Mehrwert umso höher aus, je regelmäßiger und offener die Kommunikation zwischen VC-Gesellschaft und Beteiligungsunternehmen ist.⁸³ Die beratende Tätigkeit der VC-Gesellschaft erstreckt sich sowohl auf strategische Einschätzungen der Unternehmensausrichtung als auch auf operative Fragen der Unternehmensführung.⁸⁴ Aufgrund ihrer zeitlichen Beschränkung dienen die VC-Gesellschaften den Beteiligungsunternehmen dabei aber in der Regel als Ideengeber und Sparringspartner. Eine Einbindung in zeitaufwendige Prozesse des Tagesgeschäfts wie bspw. die Technologieentwicklung oder die Kundenansprache findet nach Möglichkeit nicht statt.⁸⁵

2.1.6.3 *Desinvestment*

Der Zeitraum über den die VC-Gesellschaft an dem Beteiligungsunternehmen beteiligt bleibt, richtet sich nach dem Unternehmensfortschritt des Beteiligungsunternehmens sowie den internen Anlagerichtlinien der VC-Gesellschaft. In der Regel beträgt die Laufzeit der VC-Fonds bei unabhängigen VC-Gesellschaften bis zu 10 Jahre.⁸⁶ Die übliche Haltedauer der jeweiligen Investitionen ist entsprechend kürzer und liegt in der Mehrheit der Fälle zwischen zwei und fünf Jahren.⁸⁷ Danach werden die Beteiligungen monetisiert und das Kapital an die Anleger ausgeschüttet. Die gängigsten Vorgehensweisen, eine Beteiligung zu beenden, sind für die VC-Gesellschaften der Börsengang (Initial Public Offering/IPO), der Verkauf an einen strategischen Investor (Trade Sale), einen anderen Investmentfonds (Secondary Sale), an das Management- bzw. Gründer-team (Management-Buy-out/MBO) oder im Falle eines Scheiterns, die Abwicklung der

⁸² Vgl. Gorman und Sahlman (1989, S.231ff.).

⁸³ Vgl. Sapienza (1992, S.9ff.) oder Bottazzi et al. (2008, S.488ff.).

⁸⁴ Vgl. Fried et al. (1998, S.493ff.) sowie Schefczyk und Gerpott (2001, S.201ff.).

⁸⁵ Vgl. MacMillan et al. (1989, S.27ff.).

⁸⁶ Vgl. Sahlman (1990, S.490), Gompers und Lerner (2001, S.147). VC-Fonds die von öffentlichen VCGs oder CVC-Gesellschaften verwaltet werden, weisen häufig auch eine unbegrenzte Laufzeit auf.

⁸⁷ Vgl. Schwiabacher (2005, S.13f.), EVCA (2002, S.11) und Cumming und Johan (2010, S.254).

Beteiligung (Write-off).⁸⁸ Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Ausstiegsoptionen am Beispiel des deutschen VC-Marktes im Jahr 2011.

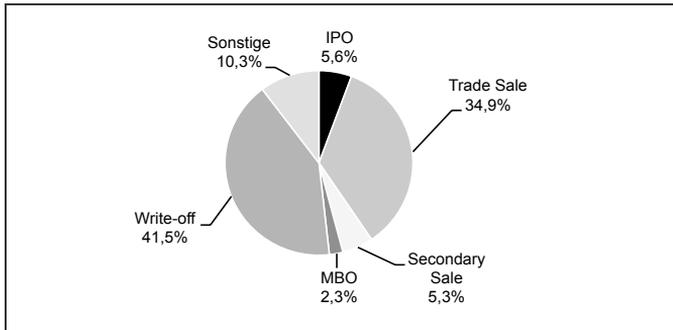


Abbildung 8: Desinvestitionen von VC-Beteiligungen nach Exit-Kanälen.⁸⁹

2.2 Erneuerbare Energien

Das entscheidende Kennzeichen erneuerbarer Energien ist, dass sie im Gegensatz zu fossilen oder nuklearen Energieformen praktisch dauerhaft zur Verfügung stehen oder sich in sehr kurzer Zeit regenerieren. Erneuerbare Energien können daher wie folgt definiert werden:

»Unter erneuerbaren Energien werden die Primärenergien verstanden, die – gemessen in menschlichen Dimensionen – als unerschöpflich angesehen werden.«⁹⁰

Hinzu kommt, dass bei der Nutzung erneuerbarer Energien im Gegensatz zu fossilen Energien keine zusätzlichen Treibhausgase emittiert werden.⁹¹ Sie tragen somit nicht zum Treibhauseffekt bei. Dabei handelt es sich um Sonnenenergie, geothermische Energie und Energie aus Planetengravitation und -bewegung.⁹² Die Energie aus diesen Quellen tritt auf der Erde aufgrund von physikalischen Umwandlungsprozessen in unterschiedlichen Formen direkt oder indirekt in Erscheinung (vgl. Abbildung 9).

⁸⁸ Vgl. Cumming und MacIntosh (2003, S.511ff.).

⁸⁹ BVK (2012, S.8). Die Daten beziehen sich auf Desinvestitionen von VC-Gesellschaften in Deutschland im Jahr 2011.

⁹⁰ Kaltschmitt et al. (2006, S.4).

⁹¹ Bei der Nutzung von Biomasse wird nur die Menge an Kohlendioxid freigesetzt, die vorher während des Wachstums der Biomasse gebunden wurde. Die Kohlenstoffbilanz der Nutzung von Biomasse ist also i.W. ausgeglichen.

⁹² Vgl. Kaltschmitt et al. (2006, S.37–42).

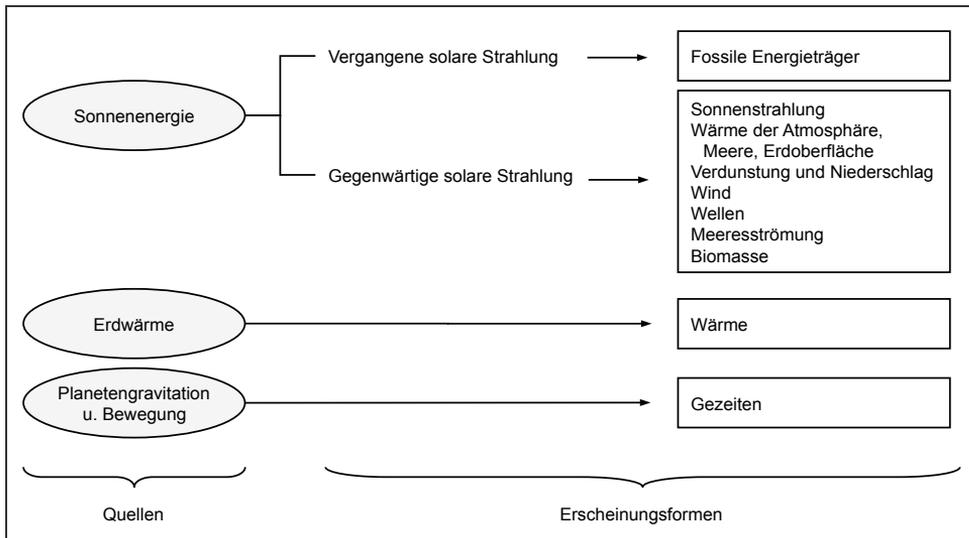


Abbildung 9: Quellen und Erscheinungsformen erneuerbarer Energie.⁹³

Aus technologischer Sicht lassen sich die erneuerbaren Energien übergreifend in fünf Bereiche unterteilen: (1) Windenergie, (2) Sonnenenergie, (3) Wasserkraft, (4) Geothermie und (5) Biomasse. Je nach technologischem Ansatz wird die Energie auf unterschiedliche Art und Weise nutzbar gemacht. Diese Bereiche können weiter in verschiedene Sektoren und Technologiesegmente aufgeteilt werden.

2.2.1 Erneuerbare-Energie-Technologien

Mit Blick auf die Zielsetzungen dieser Arbeit wird der Begriff »erneuerbare Energie-Technologie« auf solche Technologien bezogen, die zur *Erzeugung* von elektrischer, chemischer oder thermischer Energie aus den oben genannten fünf Bereichen eingesetzt werden. Komplementäre technologische Bereiche wie bspw. Energiespeicher, Übertragungstechnologie oder Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz, werden hiervon abgegrenzt, da sie auch im Zusammenhang mit traditionellen Energien angewendet werden. Im Gegensatz zu Erneuerbare-Energie-Technologien ist der in der Literatur häufig verwendete Begriff »Umwelttechnologien« oder »Clean Technologies« (Cleantech) deutlich weiter gefasst. Er umfasst generell alle Technologien, Produkte und Dienstleistungen die zu einem geringeren Ressourceneinsatz führen, Emissionen vermindern und Abfälle reduzieren.⁹⁴ Abbildung 10 veranschaulicht die Abgrenzung der verschiedenen Begriffe.

⁹³ Leicht modifiziert übernommen aus Kaltschmitt et al. (2013, S.55).

⁹⁴ Vgl. Deutsches CleanTech Institut (o.J.).

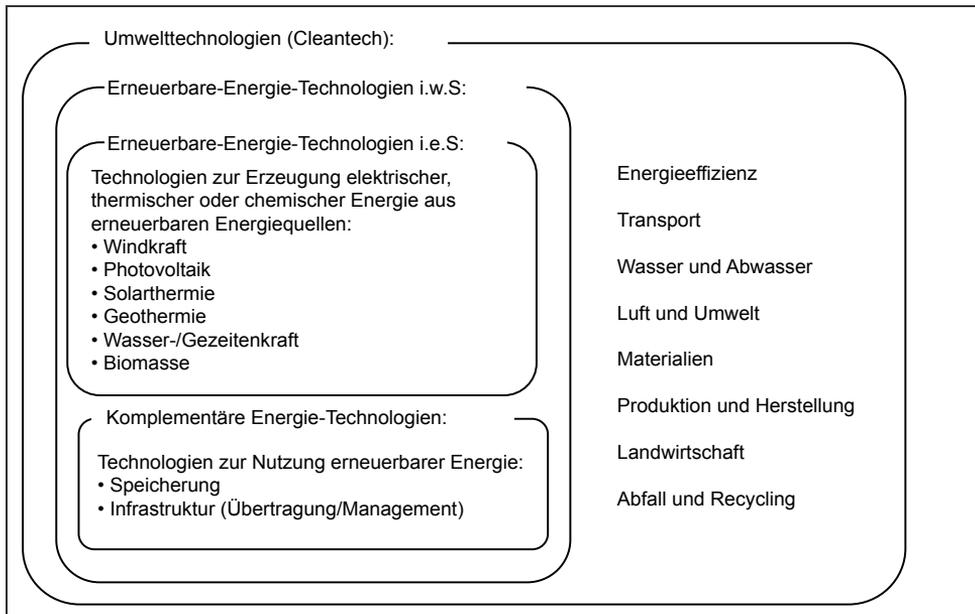


Abbildung 10: Überblick der Umwelttechnologien.⁹⁵

In den nachfolgenden Abschnitten werden die wesentlichen Erneuerbare-Energie-Technologien i.e.S. kurz dargestellt.⁹⁶ Die Betrachtung bezieht sich auf das Jahr 2011.⁹⁷

2.2.1.1 Windkraft

Technologien, die Energie aus Windkraft gewinnen, werden allgemein als Windkraftanlagen (WKAs) bezeichnet. Sie nutzen die in bewegter Luft vorhandene kinetische Energie, wandeln diese in elektrische Energie um und speisen sie in das Stromnetz ein. Es existieren eine Reihe unterschiedlicher technologischer Konzepte, die hierzu eingesetzt werden.⁹⁸

Technologie

Unabhängig vom technologischen Konzept lassen sich WKAs aus wirtschaftlicher Sicht in drei Kategorien unterteilen: (1) Kleinstanlagen für den privaten Gebrauch mit einer Leistung von bis zu 10 kW. Kleinstanlagen werden ähnlich wie Photovoltaikanlagen auf Hausdächern oder in netzfernen Gebieten installiert. Der erzeugte Strom wird in erster Linie lokal verbraucht, kann aber auch in das Netz eingespeist werden.

⁹⁵ Eigene Darstellung.

⁹⁶ Für eine weiterführende Darstellung vgl. insbesondere Kaltschmitt et al. (2013).

⁹⁷ Die Datenerhebung bei den VC-Gesellschaften für diese Studie fand im Zeitraum von Juni 2011 bis Februar 2012 statt. Die Beschreibung der Technologiesegmente für das Jahr 2011 stellt daher den technischen und wirtschaftlichen Kontext dar, in dem die Daten für die vorliegende Studie erhoben wurden.

⁹⁸ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.471f.).

(2) Kleinanlagen für den privaten, landwirtschaftlichen oder gewerblichen Gebrauch mit einer Leistung zwischen 10 kW und 100 kW. Kleinanlagen benötigen im Gegensatz zu Kleinstanlagen aufgrund ihrer Größe bereits eigenständige Turmstrukturen. Der technische und finanzielle Aufwand für die Installation dieser Anlagen ist entsprechend höher als bei Kleinstanlagen. Aufgrund ihrer höheren Leistung kommen sie in erster Linie bei gewerblichen Nutzern und außerhalb städtischer Bebauung zum Einsatz. (3) Großanlagen weisen eine Leistung von mehr als 100 kW auf. Sie werden ausschließlich zur kommerziellen Stromerzeugung genutzt und daher an das Stromnetz angebunden. Aufgrund einer besseren Ausnutzung der an einem Standort vorherrschenden Windkraft geht der Trend hin zu höheren und größeren WKAs. Im Jahr 2011 betrug in Deutschland die durchschnittlich installierte Leistung von großen WKAs 2,24 MW pro WKA.⁹⁹ Die Gestehungskosten für Strom aus WKAs liegen, abhängig von der Anlagengröße und den vorherrschenden Windverhältnissen am jeweiligen Standort, typischerweise zwischen ca. 5,7 und 14,7 Eurocent pro kWh.¹⁰⁰ Aus dem Bestreben, die Stromgestehungskosten weiter zu senken, ergibt sich ein weiterhin hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei Windkraftanlagen. Im Vordergrund steht hierbei die Entwicklung von noch leistungsfähigeren und zuverlässigeren Windkraftanlagen, die zu geringeren Kosten und mit einem geringeren Materialaufwand hergestellt und für unterschiedliche topografische Bedingungen optimal angepasst werden können. Hierfür sind u.a. neue, leichtere Materialien und Komponenten sowie innovative Design-, Fertigungs- und Logistikkonzepte erforderlich. Zusätzlich erfordern die stark ansteigenden und schwankenden Windstrommengen neue Konzepte zur Stromnetzintegration und -stabilisierung.¹⁰¹

Markt

Die nominelle Gesamtleistung aller in Deutschland installierten 22.297 WKAs belief sich Ende 2011 auf 29,1 GW installierte Leistung.¹⁰² Sie lieferten im Jahr 2011 eine Strommenge von 48,8 GWh, was einem Anteil von 8,1 Prozent am Stromverbrauch in Deutschland bzw. ca. 39,6 Prozent der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien entspricht.¹⁰³ Das hohe Marktwachstum für neue WKAs hat sich in Deutschland aufgrund einer knapper werdenden Verfügbarkeit von geeigneten Standorten an Land in den letzten Jahren deutlich abgeschwächt. Im Jahr 2011 wurden allerdings mit 895 Anlagen und einer Gesamtleistung von 2,0 GW wieder mehr neue Anlagen installiert.¹⁰⁴ Dies entspricht einem Anstieg von 18 Prozent bezogen auf die Anzahl der neu installierten Anlagen bzw. 29 Prozent bezogen auf die neu installierte Leistung gegen-

⁹⁹ Vgl. Molly (2011, S.11).

¹⁰⁰ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.526).

¹⁰¹ Vgl. FVEE (2010, S.38–46).

¹⁰² Vgl. Molly 2011 (2011, S.11).

¹⁰³ Vgl. BMU (2013).

¹⁰⁴ Vgl. Molly (2011, S.11).

über dem Jahr 2010.¹⁰⁵ Ein signifikantes Marktwachstum wird in Deutschland für Großanlagen durch den Austausch älterer WKAs (Repowering) bzw. die Installation von WKAs auf dem Meer (offshore) erwartet.¹⁰⁶ Außerhalb Deutschlands schwächt sich das Marktwachstum für neue WKAs weiter moderat ab. Innerhalb der Europäischen Union¹⁰⁷ wurden im Jahr 2011 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 9,6 GW neu installiert. Dies entspricht einem Rückgang von 0,3 Prozent bezogen auf die neu installierte Leistung gegenüber dem Jahr 2010.¹⁰⁸

2.2.1.2 Photovoltaik

Photovoltaik (PV) wandelt Sonneneinstrahlung mit Hilfe von Solarzellen direkt in elektrische Energie um.¹⁰⁹ Photovoltaikanlagen (PVAs) bestehen, neben den in Solarmodulen zusammengefassten Solarzellen, aus weiteren elektrischen Komponenten, die die Einspeisung des erzeugten elektrischen Stroms in Stromnetze ermöglichen. PV-Technologie lässt sich aus wirtschaftlicher Sicht in zwei unterschiedliche Typen kategorisieren, je nachdem in welcher Form das Halbleitermaterial, welches die Umwandlung von Licht in elektrischen Strom ermöglicht, verwendet wird: (1) Waferbasierte Solarzellen, die aus halbleitenden Wafern hergestellt werden, und (2) Dünnschicht-Solarzellen, bei denen der Halbleiter in einer dünnen Schicht auf ein anderes Trägermaterial aufgetragen wird.¹¹⁰

Technologie

Waferbasierte kristalline Solarzellen machen bisher den Großteil der in PVAs eingesetzten Solarzellen aus.¹¹¹ Sie weisen je nach verwendetem Material einen relativ hohen Wirkungsgrad von bis zu 18 Prozent und eine gute Haltbarkeit auf.¹¹² Aufgrund des relativ hohen Verbrauchs von Halbleitermaterialien stehen dem hohen elektrischen Wirkungsgrad hohe Herstellungskosten gegenüber. Die Stromgestehungskosten liegen bei kleinen, dezentralen PV-Anlagen auf Basis von waferbasierten kristallinen Solarzellen in Deutschland mit seiner moderaten Sonneneinstrahlung bei ca. 0,30 bis

¹⁰⁵ Vgl. Molly (2011, S.5, S.8).

¹⁰⁶ Vgl. BMU (2009, S.39–41).

¹⁰⁷ EU 27, exkl. Deutschland.

¹⁰⁸ Vgl. EWEA (2012, S.4).

¹⁰⁹ Vgl. Kaltschmitt (2013, S.353).

¹¹⁰ Die beiden technologischen Ansätze stellen in 2011 99,2 Prozent des PV-Weltmarktes. Andere technologische Konzepte wie bspw. Konzentratorzellen befinden sich noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium und werden daher nicht gesondert betrachtet. Vgl. Hering (2012, S.53).

¹¹¹ Im Jahr 2011 betrug der Marktanteil von waferbasierten Solarzellen 87,9 Prozent. Vgl. Hering (2012, S.53).

¹¹² Der Wirkungsgrad bezeichnet den Anteil der eintreffenden Sonnenenergie der in elektrischen Strom umgewandelt wird. Der Wirkungsgrad von 18 Prozent bezieht sich hier auf den in der großtechnischen Produktion von kristallinen Solarzellen erzielbaren Wert. Die Haltbarkeit liegt bei mehr als 20 Jahren. Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.373 und S.389).

0,35 Euro/kWh.¹¹³ In Südeuropäischen Ländern liegt dieser Wert aufgrund der höheren Sonneneinstrahlung bei bis zu 0,18 bis 0,20 Euro/kWh¹¹⁴.

Dünnschicht-Solarzellen nutzen ein kostengünstiges Trägermaterial, bspw. Glas oder Kunststoff und beschichten dieses mit einer dünnen Schicht aus halbleitendem Material. Aufgrund des geringen Materialverbrauches und produktionstechnischen Vorteilen können Dünnschicht-Solarzellen relativ kostengünstig hergestellt werden. Allerdings verfügen sie auch über einen geringeren elektrischen Wirkungsgrad von nur bis zu ca. 10 Prozent, sodass insbesondere bei einem begrenzten Flächenangebot – wie beispielsweise auf Hausdächern – ihre Einsatzmöglichkeit eingeschränkt ist. Der Preisvorteil für die Solarzellen wird durch die höheren Aufwendungen für die Installation entsprechend größerer Flächen teilweise wieder aufgehoben.¹¹⁵

Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich Photovoltaik ist mit Blick auf eine weitere Reduzierung der Stromgestehungskosten sehr hoch. Schwerpunkte liegen bei den bereits etablierten PV-Technologien auf einer weiteren Erhöhung der Wirkungsgrade durch kontinuierliche inkrementelle Innovationen bei einem gleichzeitig geringeren Materialverbrauch sowie insgesamt effizienteren Herstellungsprozessen. Neben der schrittweisen Verbesserung bereits etablierter PV-Technologien werden auch gänzliche neue Materialien und PV-Konzepte erforscht (z.B.: organische Photovoltaik, Konzentratorzellen und Mehrfachsolarzellen) mit denen sich möglicherweise eine deutliche Steigerung der Wirkungsgrade oder eine deutliche Kostensenkung gegenüber den etablierten Technologien erzielen lässt.¹¹⁶

Markt

Die Gesamtleistung aller in Deutschland installierten PV-Anlagen belief sich Ende 2011 auf 25,0 GW. Sie lieferten im Jahr 2011 eine Strommenge in Höhe von 19.340 GWh oder 3,2 Prozent des elektrischen Stromverbrauchs. Das Marktwachstum hat aufgrund der Bekanntgabe von weiteren Kürzungen der Einspeisevergütung noch einmal zugenommen und betrug mit 7,5 GW neu installierte Leistung 7,1 Prozent mehr als im Jahr 2010.¹¹⁷ Für die Zukunft wird aufgrund einer stärker sinkenden Einspeisevergütung mit einem Rückgang der Wachstumsraten in Deutschland gerechnet. Außerhalb Deutschlands wächst der Markt ebenfalls deutlich. Im Jahr 2011 wurden in der EU außerhalb Deutschlands PV-Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 14,5 GW neu installiert, was einem Wachstum von 125 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht. Im Rest der Welt wurden weitere 7,7 GW neu installiert, was einem Wachstum

¹¹³ Vgl. Kost und Schlegel (2010, S.11).

¹¹⁴ Die Stromgestehungskosten liegen bei großen PV-Anlagen auf Freiflächen bei 0,26 Euro/kWh an Standorten in Deutschland und bei 0,18 Euro/kWh an südeuropäischen Standorten. Vgl. Kost und Schlegel (2010, S.11).

¹¹⁵ Vgl. Solarserver (2009, S.3).

¹¹⁶ Vgl. FVEE (2010, S.11–24).

¹¹⁷ Vgl. BMU (2013).

von 127 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht.¹¹⁸ Der weltweite Anteil von Dünnschicht-Solarzellen ging, gemessen an der Zellproduktion, von 11,9 Prozent im Jahr 2010 auf 11,3 Prozent im Jahr 2011 zurück. Grund hierfür war der etwas geringere Zuwachs bei der Produktion verglichen mit dem Zuwachs bei waferbasierten Solarzellen.¹¹⁹ Sowohl waferbasierte als auch Dünnschicht-Solarzellen weisen somit eine sehr hohe Wachstumsdynamik auf.

2.2.1.3 Solarthermie

Solarthermie bezeichnet die Umwandlung von Sonneneinstrahlung in nutzbare thermische Energie. Abhängig vom technologischen Konzept, kann die thermische Energie entweder direkt genutzt werden, beispielsweise in Form von erwärmtem Brauchwasser, oder sie kann mit Hilfe konventioneller Kraftwerkstechnologie in elektrischen Strom umgewandelt werden. Entsprechend kann Solarthermie-Technologie in die für die Brauchwassererwärmung ausreichende Niedertemperatur-Technologie und die zur Elektrizitätsgewinnung erforderliche Hochtemperatur-Technologie unterteilt werden.

Technologie

Bei der Hochtemperatur-Solarthermie (HT-Solarthermie) wird die Solarstrahlung mit Hilfe optischer Materialien, wie beispielsweise mit Spiegeln, auf einem sogenannten Kollektor gebündelt und in Wärmeenergie umgewandelt. Mit Hilfe konventioneller Kraftwerkstechnologien kann in einem zweiten Schritt aus der Wärmeenergie elektrische Energie erzeugt und in das Stromnetz eingespeist werden. Der Wirkungsgrad, mit dem auf diesem Weg Sonnenstrahlung in elektrische Energie umgewandelt werden kann, liegt bei 14 Prozent bis 16 Prozent je nach eingesetztem technologischen Konzept und Strahlungsintensität am Standort.¹²⁰ Wirtschaftlich sinnvoll lässt sich die Stromgewinnung mit Hilfe der HT-Solarthermie insbesondere in solarthermischen Großkraftwerken an Standorten mit hoher Sonneneinstrahlung betreiben. In diesem Fall lassen sich Stromgestehungskosten von derzeit 0,18 bis 0,24 Euro/kWh realisieren.¹²¹ Ein wesentlicher Vorteil gegenüber PV-Anlagen liegt darin, dass die erzeugte Wärmeenergie bei Solarthermischen Kraftwerken relativ einfach und kostengünstig gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt bei Bedarf abgerufen und in Elektrizität umgewandelt werden kann. Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf für HT-Solarthermie ist aufgrund der vergleichsweise hohen Stromgestehungskosten weiterhin groß und fokussiert sich in erster Linie auf die Weiterentwicklung der bestehenden solarthermischen Kraftwerkskonzepte. Die verschiedenen Entwicklungsansätze zielen darauf ab, die Investitionskosten für solarthermische Kraftwerke zu senken und gleich-

¹¹⁸ Vgl. EPIA (2012, S.12).

¹¹⁹ Vgl. Hering (2012, S.53, S.62f.).

¹²⁰ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.326).

¹²¹ Vgl. Fraunhofer-ISE (2012, S.3).

zeitig Effizienz, Verfügbarkeit und Anwendungsspektrum zu verbessern. Ansätze hierfür sind insbesondere höhere Betriebstemperaturen, standardisierte und effizientere Komponenten sowie thermische und chemische Speicher, die möglicherweise das Potential haben, die Wettbewerbsfähigkeit der HT-Solarthermie zu verbessern.¹²²

Niedertemperatur-Solarthermie (NT-Solarthermie) wird im Wesentlichen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung beispielsweise in Haushalten oder Schwimmbädern, aber auch zur Gewinnung von Prozesswärme in gewerblichen Anwendungen eingesetzt. Im Gegensatz zur HT-Solarthermie kommt sie ohne eine gezielte Konzentration der Solarstrahlung aus. Die Solarstrahlung trifft direkt auf den Kollektor, in welchem sie ein Wärmeträgermedium auf Temperaturen von bis zu 120°C erwärmt. Die Wärmeenergie kann ohne größeren technischen Aufwand gespeichert und dem Verbraucher bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden.¹²³ Die Effizienz von NT-Solarthermie-Anlagen mit Wärmespeicherung liegt bei ca. 25 Prozent der eingestrahelten solaren Energie.¹²⁴ Aufgrund der vergleichsweise geringen erzeugten Temperaturen ist eine technische und wirtschaftliche Umwandlung in elektrische Energie bei der NT-Solarthermie nicht sinnvoll. Je nach Anlagengröße und Standort ergeben sich Wärmegestehungskosten in Höhe von 0,14 bis 0,39 Euro/kWh.¹²⁵ Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der NT-Solarthermie ist vergleichsweise moderat und bezieht sich neben der Kostensenkung der Solarkollektoren auf die effiziente Speicherung und Bereitstellung der erzeugten Wärmeenergie über längere Zeiträume sowie die effiziente Integration der NT-Solarthermie in die Heiztechnik des Gebäudes.¹²⁶ Interessante Ansätze bestehen darüber hinaus in der Nutzung solarthermischer Kollektoren als Wärmequelle für Kälteanlagen.

Markt

Der Markt für die HT-Solarthermie befindet sich noch in der kommerziellen Aufbau-phase und unterliegt aufgrund der relativ geringen Anzahl von Kraftwerksneubauten starken Schwankungen. Im Jahr 2011 wurden in Europa Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 420 MW fertiggestellt. Das war ein leichter Rückgang gegenüber dem Jahr 2010, als Kraftwerke mit einer Leistung i.H.v. 456 MW fertiggestellt wurden.¹²⁷ Die Hauptmärkte für die HT-Solarthermie befinden sich in den USA, Südeuropa, dem Mittleren Osten und Nordafrika.¹²⁸ In Deutschland gibt es aufgrund der geringen Sonneneinstrahlung keinen kommerziell relevanten Markt für die HT-Solarthermie.

Das Marktwachstum für neue NT-Solarthermie-Anlagen zur Gewinnung von Wärmeenergie hat sich in Deutschland nach sehr starkem Wachstum bis zum Jahr 2008

¹²² Vgl. FVEE (2010, S.29–32).

¹²³ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.201).

¹²⁴ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.217).

¹²⁵ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.244).

¹²⁶ Vgl. FVEE (2010, S.25–28).

¹²⁷ Observ'ER (2012, S.88–90).

¹²⁸ Vgl. Bank Sarasin & Cie (2010, S.37) und REN21 (S.51f.).

etwas abgeschwächt. Ende des Jahres 2011 betrug die in Deutschland installierte Gesamtkapazität aller NT-Solarthermie-Anlagen 10,5 GW_(th). Damit entfielen 40 Prozent aller installierten NT-Solarthermie-Anlagen in Europa, gemessen an der nominellen Leistung, auf Deutschland.¹²⁹ Im Jahr 2011 wurden Anlagen mit einer Leistung von 889 MW_(th) neu installiert, was einem Anstieg von 10,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr entsprach. Im Jahr 2010 war die Menge der neu installierten Anlagen noch um 29 Prozent auf 805 MW_(th) zurückgegangen. Der Hauptgrund für den deutlichen Rückgang der neuen Installationen im Jahr 2010 war der Förderstopp des Marktanzreiz Programms (MAP) in Deutschland in den Monaten Mai bis Juli dieses Jahres.¹³⁰ Europaweit¹³¹ ging die Leistung aller neu installierten Anlagen im Jahr 2011 mit 1,67 GW_(th) gegenüber dem Jahr 2010 um 6,1 Prozent leicht zurück.¹³² Die Menge an gewonnener Wärmeenergie steigt in Deutschland entsprechend dem Zuwachs der Anlagen kontinuierlich an, im Schnitt der letzten 10 Jahre um 13,4 Prozent pro Jahr. Im Jahr 2011 stieg die durch Solarthermie erzeugte Nutzenergie um 7,7 Prozent auf 5.600 GWh_(th), was einem Anteil von 0,4 Prozent an der Wärmebereitstellung in Deutschland entsprach.¹³³

2.2.1.4 Geothermie

Geothermie nutzt die im Erdinnern vorhandene thermische Energie als Energiequelle. Abhängig vom technologischen Konzept, kann aus der Erdwärme thermische oder elektrische Energie gewonnen werden.¹³⁴ Abhängig von der Tiefe, aus der thermische Energie entnommen wird, unterscheidet man zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie.

Technologie

Mit oberflächennaher Geothermie wird in der Literatur formell die Nutzung von Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m bezeichnet.¹³⁵ Die Festlegung auf eine bestimmte Tiefe ist jedoch allein historisch bedingt und aus technologischer Sicht relativ willkürlich.¹³⁶ Kennzeichnendes Merkmal der oberflächennahen Geothermie ist primär ein geringes Temperaturniveau von meist unter 20°C für die in diesem Bereich vorhandene Wärmeenergie. Um die Wärmeenergie nutzbar zu machen, muss sie in der Regel in einem weiteren Schritt mit technischer Hilfe, beispielsweise durch den Einsatz von Wärmepumpen, auf ein höheres Temperaturniveau angehoben werden. Oberflächennahe Geothermie wird insbesondere zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden, techni-

¹²⁹ Vgl. ESTIF (2011, S.13).

¹³⁰ Vgl. BMU (2011a, S.9).

¹³¹ EU 27 + Schweiz, exkl. Deutschland.

¹³² Vgl. ESTIF (2012, S.13; 2011, S.13).

¹³³ Vgl. BMU (2013).

¹³⁴ Vgl. Kaltschmitt et al. (2006, S.395–455 und S.457–532).

¹³⁵ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.621).

¹³⁶ Für eine einführende Darstellung siehe Kaltschmitt et al. (2006, S.621).

schen Anlagen und Infrastruktureinrichtungen genutzt.¹³⁷ Die Wärmegestehungskosten liegen je nach Anlagenkonfiguration und -größe bei 0,13 bis 0,34 Euro/kWh.¹³⁸ Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist für die oberflächennahe Geothermie relativ begrenzt und besteht in erster Linie in einer kontinuierlichen Effizienzsteigerung der bestehenden erdgekoppelten Wärmepumpen.¹³⁹

Die Tiefengeothermie ermöglicht die Nutzung der in größerer Tiefe vorherrschenden höheren Temperaturen. Ab einer Temperatur von 60°C kann die geothermische Wärme ohne weitere Aufbereitung direkt zur Brauchwassererwärmung genutzt werden.¹⁴⁰ Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie ist hierfür ein erheblicher bohrtechnischer Aufwand erforderlich, um bei entsprechenden geologischen Bedingungen Erdwärme in Tiefen zwischen 1.500 m und 3.000 m zu gewinnen. Die Wärmegestehungskosten liegen je nach Anlagenkonfiguration und -größe bei 0,15 bis 0,23 Euro/kWh.¹⁴¹ Für eine direkte Stromerzeugung aus Erdwärme sind Temperaturen von mehr als 150°C erforderlich. Technisch möglich, wenn auch aufwendiger, ist die Stromerzeugung ab einer Temperatur von 100°C. Diese Temperaturen finden sich – innerhalb der zu wirtschaftlichen Bedingungen erschließbaren Tiefen – insbesondere an Orten mit geologischen Störungszonen. In Deutschland werden die Stromgestehungskosten an geeigneten Standorten auf 0,17 bis 0,19 Euro/kWh veranschlagt.¹⁴² Der technische Wirkungsgrad geothermischer Anlagen zur Stromerzeugung liegt bei ca. 10 Prozent.¹⁴³ Bei der tiefen Geothermie besteht Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei der weiteren Optimierung der Bohr- und Umwandlungstechnologien sowie insbesondere im Bereich der Vorerkundung potentieller Standorte und der Vermeidung von durch Tiefengeothermie ungewollt ausgelöste seismische Aktivitäten.¹⁴⁴

Markt

Der Markt für oberflächennahe Geothermie-Technologien entwickelt sich in Deutschland nach einem starken Wachstum in den Jahren 2003 bis 2008 und anschließender Konsolidierung relativ verhalten. Der Absatz von erdgekoppelten Wärmepumpen betrug im Jahr 2011 ca. 24.400 Stück, was einem Wachstum von nur 0,7 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht.¹⁴⁵ Gründe für das geringe Marktwachstum sind nach Ansicht des Branchenverbandes eine komplizierte Genehmigungspraxis von Erdwärm Bohrungen sowie die im Vergleich zu Luftwärmepumpen hohen Investitionskosten.¹⁴⁶ Insgesamt erzeugten die mehr als 240.000 in Deutschland installierten Erdwär-

¹³⁷ Vgl. DCTI (2012, S.20).

¹³⁸ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.680).

¹³⁹ Vgl. FVEE (2010, S.35–38).

¹⁴⁰ Vgl. BMU (2007, S.12).

¹⁴¹ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.767).

¹⁴² Wenn gleichzeitig auch Wärme bereitgestellt wird. Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.772).

¹⁴³ Vgl. BMU (2007, S.14).

¹⁴⁴ FVEE (2010, S.35–38).

¹⁴⁵ Vgl. BWP – Bundesverband Wärmepumpe e.V. (26. Januar 2012, S.1).

¹⁴⁶ Vgl. BWP – Bundesverband Wärmepumpe e.V. (26. Januar 2012, S.1).

mepumpen im Jahr 2011 Wärmeenergie in Höhe von 3.709 GWh, was einem Anteil von 0,3 Prozent am Wärmeenergieverbrauch in Deutschland entspricht.¹⁴⁷ Europa-
weit¹⁴⁸ konnte der Markt für Erdwärmepumpen mit einem Anstieg der Neuinstallatio-
nen von 10,1 Prozent gegenüber dem Vorjahr vergleichsweise deutlich wachsen.

Der Markt für Tiefengeothermie ist in Deutschland aufgrund der technischen An-
forderungen und der vergleichsweise mäßigen geologischen Gegebenheiten bisher ein
Nischenmarkt. Im Jahr 2011 erzeugten 20 Anlagen mit einer Nennleistung von 177,5
MW_(th) insgesamt 307 GWh Wärmeenergie. 5 Anlagen mit einer installierten Leistung
von insgesamt 7,34 MW_(el) erzeugten 18,8 GWh elektrischen Strom. Dies entspricht
einem Anteil von nur 0,02 Prozent an der Wärmeerzeugung bzw. 0,003 Prozent an der
Stromerzeugung in Deutschland.¹⁴⁹ Ein Marktwachstum lässt sich aufgrund der weni-
gen und in unregelmäßigen Abständen fertiggestellten Anlagen für den deutschen
Markt nicht sinnvoll bestimmen. In Europa finden sich in einigen Ländern, insbesonde-
re in Island, Italien und der Türkei, deutlich attraktivere geologische Gegebenheiten,
die es ermöglichen, geothermische Energie zu geringen Kosten nutzbar zu machen.
Dementsprechend weist der europäische Markt für Tiefengeothermie deutlich höhere
Zuwachsraten auf als dies in Deutschland der Fall ist. Im Durchschnitt wurden in Eu-
ropa seit dem Jahr 2010 jährlich Geothermieanlagen mit einer Leistung von ca.
113 MW_(el) und ca. 360 MW_(th) neu installiert.¹⁵⁰

2.2.1.5 *Wasserkraft*

Wasserkraft bezeichnet allgemein die Umwandlung von in Wasser enthaltener potenti-
eller oder kinetischer Energie in elektrische Energie. Traditionell wird Wasserkraft in
fließenden oder aufgestauten Gewässern an Land zur Energiegewinnung genutzt. Neue
technologische Ansätze zielen darauf ab, Energie auch aus Meereswellen und Gezei-
tenströmungen im Meer zu gewinnen.

Technologie

Lauf- und Speicherwasserkraftwerke nutzen die im Wasser enthaltene kinetische Ener-
gie, um mittels Turbinen elektrische Energie zu gewinnen. Die Leistungsfähigkeit von
Wasserkraftanlagen richtet sich nach dem Höhenunterschied, den das Wasser in der
Anlage durchläuft und nach der durchlaufenen Wassermenge. Je nach elektrischer
Leistungsgröße kann zwischen Kleinwasserkraftanlagen (kleiner als 1 MW), mittel-

¹⁴⁷ Vgl. BMU (2013).

¹⁴⁸ EU exkl. Deutschland.

¹⁴⁹ Vgl. BMU (2013) und GtV BV (2010, 2013).

¹⁵⁰ Marktgröße Geothermie Elektrizität in Europa (EU27/Europa inkl. Türkei und Island) entspricht dem Durchschnitt der Neuinstallationen im Zeitraum 2010–2015e (44,8 MW/113,4 MW), vgl. Bertani (2012, S.2). Marktgröße tiefe Geothermie Wärme in Europa (EU27/Europa inkl. Türkei und Island) entspricht dem Durchschnitt der Neuinstallationen im Zeitraum 2009–2012 (84,2 MW/359,8 MW), vgl. Antics et al. (2013, S.5, Figure 7). Aufgrund nicht vorhandener Daten auf Jahresbasis konnte für dieses Marktsegment keine jährliche Wachstumsrate bestimmt werden.

großen Wasserkraftanlagen (kleiner als 100 MW) und Großwasserkraftanlagen (größer als 100 MW) unterschieden werden. Der elektrische Wirkungsgrad von Lauf- und Speicherwasserkraftwerken erreicht bei modernen Anlagen 70 bis 90 Prozent.¹⁵¹ Die Stromgestehungskosten liegen bei neu zu errichtenden kleinen und mittelgroßen Wasserkraftanlagen zwischen 0,057 und 0,069 Euro/kWh.¹⁵² Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist bei den klassischen Lauf- und Speicherkraftwerken insgesamt eher gering, da die Anlagen bereits einen hohen technischen Effizienzgrad aufweisen. Er umfasst unter anderem weitere Effizienzverbesserungen, bspw. durch den Einsatz neuer Materialien oder getriebeloser und daher wartungsarmer Turbinenkonzepte sowie die Entwicklung neuer kleiner Anlagenkonzepte, die bisher ungenutzte Gewässer für die Energiegewinnung erschließen können. Neben diesen technischen Aspekten werden außerdem neue Ansätze entwickelt, um die ökologische Verträglichkeit der Wasserkraftanlagen zu verbessern.¹⁵³

Wellenkraftanlagen erzeugen elektrische Energie aus der kinetischen Energie von Meereswellen. Es existiert eine Reihe unterschiedlicher technologischer Konzepte, die sich, technologisch gesehen, noch in einem – wenn auch fortgeschrittenen – Entwicklungsstadium befinden.¹⁵⁴ Erste kommerzielle Demonstrationsanlagen mit einer Leistung von 500 kW wurden im Jahr 2000 an der Küste Schottlands und eine weitere Anlage mit einer Leistung von insgesamt 2,25 MW im Jahr 2008 vor der Küste Portugals installiert.¹⁵⁵

Gezeitenkraftanlagen wandeln die aufgrund der Gezeitenkräfte im Meerwasser enthaltene kinetische Energie in elektrische Energie um. Prinzipiell sind zwei unterschiedliche Kategorien von Gezeitenkraftwerken zu unterscheiden: Sperrwerk- und Strömungsanlagen. (1) Sperrwerksanlagen können wirtschaftlich an geeigneten Küstenabschnitten errichtet werden. Das Sperrwerk funktioniert ähnlich einem Staudamm und ermöglicht durch den Unterschied der Meerwasserhöhe zwischen Ebbe und Flut die Gewinnung von elektrischem Strom mit Hilfe von Turbinen.¹⁵⁶ Weltweit sind bisher mindestens 31 Standorte mit einer potentiellen Kapazität in Höhe von 63.000 MW identifiziert worden, die sich aus technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten für die Errichtung von Sperrwerks-Gezeitenkraftanlagen eignen.¹⁵⁷ Aufgrund des hohen bautechnischen Aufwands sowie der signifikanten Auswirkungen auf die Umwelt an dem betroffenen Küstenabschnitt, sind bisher aber nur 4 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 260,9 MW realisiert worden.¹⁵⁸ (2) Strömungsanlagen werden direkt in der Gezeitenströmung installiert und erzeugen elektrischen Strom aus der kinetischen

¹⁵¹ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.592).

¹⁵² Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.598).

¹⁵³ FVEE (2010, S.48–49).

¹⁵⁴ Vgl. Falcao (2010, S.904ff.).

¹⁵⁵ Für Details zu den spezifischen Projekten siehe: www.wavegen.co.uk und www.pelamiswave.com.

¹⁵⁶ Für eine ausführliche technische Darstellung vgl. O'Rourke et al. (2010, S.4–8).

¹⁵⁷ Vgl. Twidell und Weir (2006, S.448).

¹⁵⁸ Vgl. hierzu Charlier (2003, S.187ff.) Lee und Yoo (2009, S.5069ff.), O'Rourke et al. (2010, S.1ff.), Frid et al. (2012, S.133ff.).

Energie des vorbeifließenden Wassers. Derzeit befinden sich zahlreiche unterschiedliche technologische Konzepte in der Erprobungsphase.¹⁵⁹ Allen diesen Konzepten ist gemein, dass sie im Gegensatz zu Sperrwerksanlagen einen relativ geringen Einfluss auf die Umwelt haben und flexibel an Standorten mit Gezeitenströmung installiert werden können.

Da sowohl Wellenkraft- als auch Gezeitenströmungsanlagen noch ganz am Anfang ihrer technologischen Entwicklung stehen, ist der Forschungs- und Entwicklungsbedarf in beiden Bereichen sehr hoch. Bisher existieren jeweils nur erste Prototypen unterschiedlicher technologischer Konzepte, die hinsichtlich eines effizienten großtechnischen Einsatzes weiter optimiert werden müssen. Aufgrund der physisch anspruchsvollen Umgebung in der diese Anlagen installiert werden, müssen Materialien und Anlagenkonfiguration insbesondere dahin gehend weiterentwickelt und getestet werden, dass eine effiziente Stromgewinnung bei möglichst geringen Wartungs- und Instandhaltungsaufwand gewährleistet werden kann.¹⁶⁰

Markt

Aufgrund ihrer langen Historie bei der Energieerzeugung trägt Wasserkraft zu einem wesentlichen Teil zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bei. In Deutschland wurden im Jahr 2011 insgesamt 17.674 GWh elektrischer Strom aus Wasserkraft erzeugt, was einem Anteil von 2,9 Prozent am Stromverbrauch entspricht.¹⁶¹ Die nominelle Leistung der installierten Anlagen betrug 3,9 GW.¹⁶² Davon entfielen ca. 85 bis 90 Prozent auf nur 406 mittlere und große Anlagen ($P_{\text{inst}} > 1 \text{ MW}$). Kleinanlagen produzierten die restlichen 10 bis 15 Prozent.¹⁶³ Der Markt für Wasserkraftanlagen ist in Deutschland und Westeuropa aufgrund der Anforderungen an geographische Gegebenheiten und Umweltschutzbestimmungen bereits deutlich ausgeschöpft. Im Jahr 2011 wurden in Deutschland Anlagen mit einer Leistung von nur ca. 39 MW, in Europa jedoch Anlagen mit einer Leistung von ca. 1.540 MW elektrischer Leistung neu installiert.¹⁶⁴ Der Großteil der Investitionsaktivitäten in Deutschland bezieht sich auf die Erneuerung und Instandhaltung bestehender Anlagen, während in anderen europäischen Ländern auch noch neue Wasserkraftanlagen gebaut werden. Ein signifikantes

¹⁵⁹ Für eine Übersicht der technischen Konzepte vgl. bspw. O'Rourke et al. (2010, S.8–15).

¹⁶⁰ FVEE (2010, S.46–47).

¹⁶¹ Vgl. BMU (2013).

¹⁶² Vgl. European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013). Die Angaben über die installierten Anlagenleistungen weichen leicht von den Angaben der Bundesministerium für Umwelt ab (BMU 2013).

¹⁶³ Die genaue Anzahl der in Deutschland installierten Wasserkraftanlagen kann nur geschätzt werden. Aus den Daten der Bundesnetzagentur geht hervor, dass 6.249 kleine Anlagen ($P_{\text{inst}} < 1 \text{ MW}$) im Jahr 2007 eine Vergütung entsprechend dem EEG erhielten. Der Anteil kleiner Anlagen, die nicht ins öffentliche Netz einspeisen wird allerdings auf 10 bis 15 Prozent geschätzt, sodass insgesamt ca. 6.900 bis 7.200 kleine Anlagen in Deutschland betrieben werden. Vgl. BMU (2010, S.33ff.).

¹⁶⁴ Vgl. European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013) und Tabelle 1 zu Annahmen zum Umfang der Erneuerung bestehender Anlagen in Deutschland.

Wachstum bei neuen Wasserkraftanlagen wird darüber hinaus insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern in Asien, Südamerika und Afrika erwartet.

Der Markt für Wellenkraftanlagen befindet sich weltweit noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium. In Deutschland wurden bisher keine Anlagen installiert. Aufgrund der ungeeigneten Standortbedingungen an der deutschen Küste ist auch zukünftig nicht mit einem signifikanten Marktwachstum zu rechnen.¹⁶⁵ Die europäische Union schätzt, dass bis zum Jahr 2020 die installierte Leistung von Wellenkraftanlagen innerhalb der EU auf 0,9 GW ausgebaut werden könnte.¹⁶⁶ Bisher wurden allerdings nur vereinzelt Demonstrationsanlagen zu Testzwecken installiert.

Der Markt für Gezeitenkraftanlagen ist zweigeteilt. Während Sperrwerkanlagen aufgrund des hohen bautechnischen Aufwandes und des damit einhergehenden signifikanten Eingriffs in die Küstenlandschaft weltweit bisher nur einen vernachlässigbaren Markt darstellen, ist das Marktpotential für Gezeiten-Strömungsanlagen größer einzuschätzen. Ähnlich dem Markt für Wellenkraftwerke befindet sich dieser Markt allerdings noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium. Während in Deutschland aufgrund der geringen Gezeitenauswirkungen in Nord- und Ostsee aus technischer Sicht kein signifikantes Marktpotential besteht, gehen erste Schätzungen für Europa von mehr als 100 geeigneten Standorten mit einem energetischen Potential von mindestens 12.500 MW aus.¹⁶⁷ Eine genaue aggregierte Potentialanalyse der erzeugbaren Energie und somit der potentiellen Marktgröße ist bisher jedoch aufgrund der begrenzten Datenverfügbarkeit für oberflächennahe Meeresströmungen nicht möglich.¹⁶⁸ Unklar ist bisher auch, welcher Anteil des vorhandenen energetischen Potentials technisch nutzbar ist. Studien zeigen, dass je nach geografischen Bedingungen, technischen Annahmen und Umweltschutzvorgaben nur ein geringer Anteil des vorhandenen energetischen Potentials auch tatsächlich genutzt werden kann.¹⁶⁹ Die Gesteungskosten für Strom aus Gezeiten-Strömungsanlagen liegen derzeit bei den ersten Versuchsanlagen bei ca. 0,33 Euro/kWh. Die Kosten könnten perspektivisch im Falle der Serienfertigung auf ca. 0,10 bis 0,05 Euro/kWh sinken.¹⁷⁰

2.2.1.6 *Biomasse*

Biomasse bezeichnet allgemein alle Arten von organischen Substanzen. Pflanzliche Biomasse entsteht durch Photosynthese in Pflanzen, bei der Sonnenenergie absorbiert und in Form von Kohlenhydraten, Fetten oder Proteinen gespeichert wird. Die in der pflanzlichen Biomasse gespeicherte Energie kann mit Hilfe unterschiedlicher technologischer Konzepte direkt zur Energiegewinnung genutzt werden oder in verschiedene

¹⁶⁵ Vgl. Lübbert (2005, S.23f.).

¹⁶⁶ Vgl. SETIS (2011, S.1ff.).

¹⁶⁷ Vgl. European Commission (1996, S.12–16), Lübbert (2005, S.6).

¹⁶⁸ Vgl. World Energy Council (2010, S.550).

¹⁶⁹ Vgl. Blunden und Bahaj (2007, S.137ff.), Atwater (2008, S.56–59), Atwater und Lawrence (2011, S.1694ff.).

¹⁷⁰ Vgl. Lessner (2009, S.80).

Energieträger umgewandelt werden.¹⁷¹ Die Umwandlung von Biomasse in Energieträger hat gegenüber der direkten Nutzung zwei wesentliche Vorteile: Erstens kann hierdurch Biomasse, die für eine Direktnutzung nicht geeignet ist, energetisch nutzbar gemacht werden. Zweitens können die Einsatzmöglichkeiten von Biomasse über den weitestgehend stationären Gebrauch zur Wärmeerzeugung hinaus, beispielsweise in Form von Bio-Kraftstoffen oder Bio-Gas, ausgeweitet werden.

Technologie

Die Technologien zur Energiegewinnung aus Biomasse lassen sich in drei Kategorien unterteilen: (1) Technologien zur direkten energetischen Nutzung der Biomasse, z.B. Anlagen zur Erzeugung thermischer oder elektrischer Energie durch Verbrennung, (2) Technologien zur Gewinnung von flüssigen oder gasförmigen Energieträgern aus pflanzlichen Ölen oder zuckerhaltigen bzw. stärkehaltigen Feldfrüchten und (3) Technologien zur Gewinnung von flüssigen oder gasförmigen Energieträgern aus pflanzlicher Zellulose mittels biochemischer oder physikalisch-chemischer Prozesse.

(1) Direktnutzung

Bei der Direktnutzung wird Biomasse ohne aufwendige Aufbereitung in fester Form (z.B. Holz, Stroh, Holz hackschnitzel, Holzpellets) zur Erzeugung von thermischer oder elektrischer Energie genutzt. Hierzu wird ein breites Spektrum von vergleichsweise einfachen Technologien eingesetzt, vom Kaminofen über Pelletheizkessel bis hin zum Blockheizkraftwerk.¹⁷² Der weitere Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei diesen einfachen Technologien ist vergleichsweise gering und fokussiert sich auf eine weiter verbesserte energetische Nutzung der eingesetzten Biomasse sowie eine Reduzierung der bei der Verbrennung entstehenden Abgase, um verschärfte gesetzliche Emissionsvorgaben zu erfüllen.

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland insgesamt 100.081 GWh thermische Energie direkt aus fester Biomasse gewonnen.¹⁷³ Dies entspricht einem Anteil von 7,3 Prozent am gesamten Wärmeverbrauch in Deutschland. Mit 67.500 GWh entfällt der Großteil der Wärmeerzeugung aus Biomasse auf private Haushalte. Die Installation neuer Anlagen zur alleinigen thermischen Nutzung von Biomasse hat in der Vergangenheit aufgrund der sich ändernden öffentlichen Förderung stark geschwankt. Im Jahr 2011 wurden in Deutschland Anlagen mit einer Gesamtleistung von 1.056 MW_(th) neu installiert was einem Anstieg von 48,9 Prozent gegenüber dem Vorjahr entsprach. Ein wesentlicher Grund für den starken Anstieg der installierten Anlagen war die Wiederaufnahme der finanziellen Förderung im Rahmen des Marktanzreizprogrammes (MAP),

¹⁷¹ Für eine ausführliche Darstellung der unterschiedlichen technologischen Ansätze siehe z.B. Kaltschmitt et al. (2009, S.333ff.).

¹⁷² Vgl. Kaltschmitt et al. (2009, S.463–598) sowie Drosshart und Mühlenhoff (2010, S.7).

¹⁷³ Vgl. BMU (2013). Diese Zahlen exkludieren die thermische Verwertung von Abfall iHv 8.041 GWh im Jahr 2011.

nachdem dieses im Jahr 2010 für einige Monate ausgesetzt worden war, was im Vorjahr zu einer starken Verunsicherung der Investoren geführt hatte.¹⁷⁵

Neben den zahlreichen Biomasseheizungen und -heizwerken waren in Deutschland im Jahr 2011 Biomassekraftwerke mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 1.380 MW elektrische Leistung installiert. Davon entfielen 1.280 MW auf Kraftwerke für biogene Festbrennstoffe. Bei Biomassekraftwerken zur Stromerzeugung handelt es sich zum Großteil um Kombikraftwerke, die in erster Linie Wärme und zusätzlich Strom produzieren. Durch die Kopplung von Wärme- und Stromerzeugung erreichen diese Kraftwerke einen hohen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 85 Prozent.¹⁷⁶ Der Markt für Biomassekraftwerke auf Basis fester Biomasse umfasste im Jahr 2011 Neuaninstallation i.H.v. 46,6 MW_(el) und 169 MW_(th) und weist mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 10,4 Prozent p.a. über die letzten 5 Jahre ein deutliches Wachstum auf.¹⁷⁷ Insgesamt wurden im Jahr 2011 13.423 GWh elektrische Energie direkt aus fester Biomasse erzeugt, was einem Anteil von 2,2 Prozent am Stromverbrauch in Deutschland entspricht.¹⁷⁸ Bei Biomassekraftwerken auf Basis flüssiger Biomasse kam es im Jahr 2011 aufgrund stark gestiegenen Pflanzenölpreise und Einschränkungen bei der finanziellen Förderung zu zahlreichen Anlagenstilllegungen oder -umrüstungen, sodass der Anlagenbestand auf nur noch 100 MW zurückging.¹⁷⁹

(2) Umwandlung in Energieträger (1. Generation)

Energieträger, die aus öl- oder stärkehaltigen Feldfrüchten gewonnen werden, werden als Energieträger der ersten Generation bezeichnet.¹⁸⁰ Technologien die zu dieser Umwandlung von Biomasse genutzt werden, basieren im Wesentlichen auf traditionellen Methoden zur alkoholischen Fermentierung oder Vergärung. Mit ihrer Hilfe können flüssige Energieträger wie Ethanol und Biodiesel oder gasförmige Energieträger in Form von Biogas gewonnen werden. Nachteile dieser Technologien sind erstens, dass sie nur einen geringen Teil der Biomasse, nämlich den öl- oder stärkehaltigen Bestandteil, in nutzbare Energieträger umwandeln und deshalb eine relativ schlechte Energie- und Klimabilanz aufweisen, und zweitens, dass sie in direkter Nutzungskonkurrenz zu Nahrungsmitteln stehen.¹⁸¹ Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist vergleichsweise gering und umfasst insbesondere die Steigerung der Energieausbeute bezogen auf die Menge und Art der eingesetzten Biomasse sowie insgesamt effizientere Produktionsprozesse.

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland 39.482 GWh Energie in Form von flüssigen biogenen Brennstoffen verbraucht. Mit 34.216 GWh entfiel der Großteil davon auf die

¹⁷⁵ Vgl. BMU (2011c, S.8–10).

¹⁷⁶ Vgl. Hochschule Zittau/Görlitz (2012, S.44).

¹⁷⁷ Gemessen an der installierten elektrischen Leistung. Vgl. BMU (2013).

¹⁷⁸ Vgl. BMU (2013).

¹⁷⁹ Vgl. DBFZ (2012, S.83).

¹⁸⁰ Vgl. BMU (2008, S.40), International Energy Agency (2008, S.16ff.).

¹⁸¹ Vgl. Bräuning et al. (2008, S.54ff.).

Bereitstellung von Bio-Kraftstoffen, die damit 5,5 Prozent des deutschen Kraftstoffverbrauchs abdecken. Insgesamt stagniert der Markt für flüssige biogene Brenn- und Kraftstoffe in Deutschland nach vormals starkem Wachstum seit dem Jahr 2007 aufgrund steigender Rohstoffkosten und auslaufender Steuervorteile.¹⁸² Ein signifikantes Marktwachstum war mit der Einführung einer höheren Beimischung von Bioethanol zu bestimmten Benzinsorten ab dem Jahr 2011 erwartet worden. Aufgrund der mangelnden Akzeptanz durch die Autofahrer ist der Effekt bisher aber weitestgehend ausgeblieben. Da bei den Produzenten von Biokraftstoffen hohe Überkapazitäten bestehen, wurden im Jahr 2011 keine neuen Produktionskapazitäten in Deutschland errichtet. Gasförmige Energieträger trugen 2011 mit 30.583 GWh zur Strom- und Wärmeergewinnung bei. Der Markt für die elektrische Nutzung von Biogas weist hohe Wachstumsraten auf. 2011 stieg die installierte Leistung um 22,2 Prozent auf 2.850 MW an. Insgesamt wurden im Jahr 2011 17.517 GWh elektrischer Strom aus Biogas erzeugt, was einem Anteil von 2,9 Prozent am Stromverbrauch entspricht.¹⁸³

(3) Umwandlung in Energieträger (2. Generation)

Flüssige und gasförmige Energieträger der 2. Generation werden aus pflanzlicher Zellulose gewonnen. Dies verbessert aufgrund der höheren Ausnutzung der Biomasse die Energie- und Klimabilanz und vermindert die Nutzungskonkurrenz mit Lebensmitteln.¹⁸⁴ Der Markt für Technologien, die eine solche Umwandlung ermöglichen, befindet sich noch im Entwicklungsstadium. Es existieren erste Versuchsanlagen, die mit Hilfe biochemischer und thermochemischer Prozesse Biomasse entsprechend umwandeln können. Der weitere Forschungs- und Entwicklungsbedarf für diese Technologien ist sehr hoch. Er umfasst neben der Neu- und Weiterentwicklung biochemischer und thermochemischer Prozesse die Flexibilisierung von Verfahren hinsichtlich des Einsatzes unterschiedlicher Arten von Biomasse und biogenen Reststoffen. Im Jahr 2011 wurden in Europa Produktionsanlagen mit einer Kapazität i.H.v. 8,0 Kt/p.a. neu installiert, was einem Rückgang gegenüber dem Vorjahr um 44,6 Prozent entspricht. Der Rückgang in diesem Jahr ist im Wesentlichen der Fertigstellung eines Großprojektes im Vorjahr geschuldet. Aufgrund des noch sehr geringen Marktumfangs können Fertigstellungen in einem Jahr das berechnete Marktwachstum kurzfristig verzerren. Für den Zeitraum 2009 bis 2011 betrug das durchschnittliche jährliche Wachstum in Europa 148 Prozent. Ein signifikanter Beitrag zur Kraftstoffproduktion wird trotz der hohen Wachstumsraten bei den Anlageinstallationen nicht vor dem Jahr 2020 erwartet.¹⁸⁵

Neben der Weiterentwicklung der unterschiedlichen Technologien besteht für alle Technologien, die Biomasse zur Energieergewinnung nutzen, ein zusätzlicher Forschungsbedarf hinsichtlich der Vermeidung von Nutzungskonkurrenzen mit der stoffli-

¹⁸² Vgl. BMU (2013).

¹⁸³ Vgl. BMU (2013).

¹⁸⁴ Vgl. Naik et al. (2010, S.578ff.).

¹⁸⁵ Vgl. BMU (2008, S.22, S.40).

chen Nutzung von Biomasse. Eine weiter stark ansteigenden Nachfrage nach Biomasse zur energetischen Nutzung wird langfristig zu einem Wettbewerb zwischen verschiedenen Nutzungsarten führen, da das Angebot von Biomasse aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von entsprechenden Anbauflächen nicht beliebig ausgeweitet werden kann. Ein wesentlicher Ansatzpunkt für eine optimierte Ausnutzung der verfügbaren Biomasse besteht darin, Nutzungsketten zu identifizieren und auf ihre Umsetzung hin zu untersuchen, bei denen die energetische Nutzung von Biomasse erst nach einer möglichen stofflichen Nutzung erfolgt.¹⁸⁶

2.2.1.7 Technische und wirtschaftliche Kenngrößen der Technologiesegmente

Die in den vorangegangenen Abschnitten zusammengetragenen technischen und wirtschaftlichen Kenngrößen der einzelnen Technologiesegmente (Stand 2011) werden nachfolgend übersichtshalber tabellarisch zusammengefasst (vgl. Tabelle 1).

| Windkraftanlagen | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---|---|--|--------------------------------------|------------------------|---|
| Investitions-kosten | Gestehungs-kosten | Neu Installierte Leistung 2011 | Markt-wachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Markt-wachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Kleinst-Windkraftanlagen (<10kW) und Klein-Windanlagen (10-100kW) | | | | | | | |
| 2.000–6.000 €/kW ¹⁸⁷ | 0,19–0,32 €/kWh ¹⁸⁸ | D: 750kW–1,5 MW EUR: 4MW–10MW ¹⁸⁹ | D: 2–5% EUR: 5–10% Welt: 26% ¹⁹⁰ | D: ca.15 MW (10.000 Anlagen) EUR: ca. 79,2 MW (48.830 Anlagen) ¹⁹¹ | D: 2–5% EUR: 5–10% ¹⁹² | 98–100% ¹⁹³ | D: ca. 30–60 Mio. € EUR: ca. 100–500 Mio. € ¹⁹⁴ |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Groß-Windkraftanlagen (>100kW) | | | | | | | |
| 1.400 €/kW ¹⁹⁵ | 0,065–0,08 €/kWh ¹⁹⁶ | D: 2,0 GW EU27: 9,6 GW ¹⁹⁷ | D: 29,4% EU27: (0,3%) ¹⁹⁸ | D: 29,1 GW EU27: 94,0 GW ¹⁹⁹ | D: (2,1%) EU27: 4,8% | 97–95% ²⁰⁰ | D: ca. 2,8 Mrd. € EU27: ca. 12,6 Mrd. € ²⁰¹ |

¹⁸⁶ Vgl. Arnold et al. (2009).

¹⁸⁷ Vgl. World Wind Energy Association (WWEA) (2012, S.49). Für sehr kleine Windkraftanlagen z.B. <500W sind Investitionskosten von bis zu 10.000 Euro/kW möglich, vgl. Bundesverband Windenergie (BWE) (2012, S.53), oder eine aktuelle Preisübersicht aus dem Jahr 2012 unter <http://www.klein-windkraftanlagen.com/allgemein/preise-fuer-kleinwindkraftanlagen-fehlinvestitionen-vermeiden/>.

¹⁸⁸ BWE (2012, S.51).

¹⁸⁹ Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage von Expertengesprächen. Anzahl neu installierter Anlagen in Deutschland ca. 500–1.000 p.a., in Europa ca. 2.000–5.000 p.a. multipliziert mit der durchschnittlichen Anlagengröße der installierten Anlagen.

¹⁹⁰ Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage von Expertengesprächen. Geschätztes weltweites Marktwachstum 2010, vgl. WWEA (2012, S.18).

¹⁹¹ WWEA (2012, S.36–72).

¹⁹² Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage von Expertengesprächen.

¹⁹³ Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage von Expertengesprächen.

¹⁹⁴ Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage der Investitionskosten und geschätzter Anzahl installierter Anlagen in 2011.

¹⁹⁵ Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.16).

¹⁹⁶ Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.16).

¹⁹⁷ Vgl. Molly (2011, S.1) und EWEA (2011, S.4).

¹⁹⁸ Vgl. EWEA (2011, S.4).

¹⁹⁹ Vgl. Molly (2011, S.1) und EWEA (2012, S.4).

²⁰⁰ Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.23).

²⁰¹ Vgl. EWEA (2011, S.3).

| Photovoltaik | | | | | | | |
|---|--|---|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--|
| Investitions-kosten | Gestehungs-kosten | Neu Installierte Leistung 2011 | Markt-wachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Markt-wachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Waferbasiert (200-300W) / Dünnschicht (50-100W) | | | | | | | |
| Klein-anlagen: 1.700–2.200 €/kWp | Klein-anlagen: D: 0,14–0,20 €/kWh ES: 0,12–0,14 €/kWh | Wafer: D: 6,6 GW ²⁰⁴ EUR: 19,3 GW | Wafer: D: 9,4% EUR: 66,9% | Gesamt: D: 25,0 GW EUR: 51,7 GW | Wafer: D: 53,9% EUR: 84,1% | Wafer: 80%–85% ²⁰⁵ | Wafer: D: ca. 14,6 Mrd. € EUR: ca. 42,8 Mrd. € |
| Groß-anlagen: 1.500–1.800 €/kWp ²⁰² | Groß-anlagen: D: 0,13–0,17 €/kWh ES: 0,11–0,13 €/kWh ²⁰³ | Dünnschicht: D: 0,85 GW EUR: 2,5 GW | Dünnschicht: D: 1,7% EUR: 55,2% | | Dünnschicht: D: 67,5% EUR: 101,3% | Dünnschicht: <80% ²⁰⁶ | Dünnschicht: D: ca. 1,5 Mrd. € EUR: ca. 4,5 Mrd. € ²⁰⁷ |
| Solarthermie | | | | | | | |
| Investitions-kosten | Gestehungs-kosten | Neu Installierte Leistung 2011 | Markt-wachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Markt-wachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Niedertemperatur (>0,7 kW _(th)) | | | | | | | |
| 1.300–1.800 €/kW ²⁰⁸ | 0,083–0,365 €/kWh _(th) ²⁰⁹ | D: 0,9GW EUR: 2,6GW ²¹⁰ | D: 10,4% EUR: (1,0%) | D: 10,5 GW EUR: 26,3 GW | D: (3,3%) EUR: 4,0% | n.v. | D: ca. 1,2–1,6 Mrd. € EUR: ca. 3,3–4,6 Mrd. € |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Hochtemperatur: Dish-Systeme (5–30kW _(el)) | | | | | | | |
| 7.200 €/kW ²¹¹ | 0,20–0,24 €/kWh _(el) | n.v. | n.v. | n.v. | n.v. | n.v. | n.v. |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Hochtemperatur: Solartürme (5–20MW _(el))/Parabolrinnen (50–200MW _(el)) | | | | | | | |
| Solartürme: 6.000–9.000 €/kW ²¹² | Solartürme: 0,23 €/kWh _(el) | D: 0,0 MW EU27: 420 MW ²¹⁵ | D: 0,0% EU27: (7,9%) | D: 1,5 MW EU27: 1,2 GW | D: 0,0% EU27: 111,2% | 92,5% ²¹⁶ | EU27: ²¹⁷ ca. 2,5 Mrd. € |
| Parabol-rinnen: ²¹³ 3.600–6.600€/kW | Parabol-rinnen: 0,19–0,23 €/kWh _(el) ²¹⁴ | | | | | | |

²⁰² Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.23).

²⁰³ Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.14).

²⁰⁴ Für alle Photovoltaik Marktdaten für Deutschland (2006, 2010 und 2011) vgl. BMU (Februar 2013) und Hering (2012, S.53). Für Europa vgl. EPIA (2012, S.12) und Hering (2012, S.53). Die Aufteilung des deutschen und europäischen PV-Marktes in Dünnschicht-PV und waferbasierte PV wurde entsprechend der Daten für den Weltmarkt von Hering (2012, S.12) vorgenommen.

²⁰⁵ Vgl. Frauenhofer-ISE (2010, S.15).

²⁰⁶ Vgl. Dimmler (2010, S.12).

²⁰⁷ Basierend auf Investitionskosten i.H.v. durchschnittlich ca.2.200 Euro/kWp für kristalline PV und 1.800 Euro/kWp für Dünnschicht PV. Die Berechnung wurde mit Werten am oberen Ende der angegebenen Preisspanne durchgeführt, da diese die Investitionskosten zum Jahresende 2011 reflektieren und im Verlauf des Jahres stark gefallen waren.

²⁰⁸ Grundlage für Daten zu Investitionskosten: Angebotsabfrage Fa. Lebherz und Partner GmbH, Jakobstraße 218, 52064 Aachen (Dezember 2011): EFH: 7,7kW; 14.000 Euro. MFH: 20kW, 26.000 Euro.

²⁰⁹ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.243).

²¹⁰ Vgl. ESTIF 2012 (S.13). Alle Marktzahlen für Europa beziehen sich auf EU27 zzgl. Schweiz.

²¹¹ Vgl. Guerrero-Lemus et al. (2013, S.142).

²¹² Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.23) für Solartürme mit einem thermischen 8 Stunden-Speicher.

²¹³ Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.23), 3.600–5.000 Euro für Parabolanlagen ohne thermischen Speicher und 5.200–6.600 Euro für Parabolanlagen mit einem thermischen 8 Stunden-Speicher.

²¹⁴ Vgl. Frauenhofer-ISE (2012, S.15).

²¹⁵ Für Marktdaten zu Hochtemperatur Solarthermie in Europa (Installationen 2011, kumuliert, Marktwachstum) vgl. Observ'ER (2012, S.88–90).

²¹⁶ Lako (2010, S.32).

²¹⁷ Annahme: Investitionskosten i.H.v. 6.000 Euro/kW.

| Geothermie | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|------------------------|--|
| Investitionskosten | Gesteinskosten | Neu Installierte Leistung 2011 | Marktwachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Marktwachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Oberflächennah (5-30 kW) | | | | | | | |
| 1.400–2.700 €/kW ²¹⁸ | 0,13–0,20 €/kWh _(th) ²¹⁹ | D: 200,0 MW EU27: 1,26 GW ²²⁰ | D: (16,5%) EU27: 3,50% ²²¹ | D: 3,00 GW EU27: 14,00 GW ²²² | D: (5,70%) EU27: (0,10)% ²²³ | Ca. 70% ²²⁴ | D: 400 Mio. € EU27: 2,52 Mrd. € ²²⁵ |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Tief (0,2-10 MW) | | | | | | | |
| D: ²²⁶ 2.499–3.778 €/kW _(th) 2.890–3.976 €/kW _(el+th) 9.066–9.412 €/kW _(el) EUR: ²²⁷ 570–1.570 USD/kW _(th) 2.000–5.900 USD/kW _(el) | D: 0,15–0,23 €/kWh _(th) 0,17–0,31 €/kWh _(el) ²²⁸ EUR: n.v. | D: ²²⁹ (el): 0 MW (th): 47 MW EUR: ²³⁰ (el): 113MW (th): 360 MW | D: ²³¹ (el): 0,0% (th): n.s. EUR: n.v. | D: ²³² (el): 7,51MW (th): 200 MW EUR: ²³³ (el): 1,55 GW (th): 7,22 GW | D: (el): n.s. (th): n.s. EUR: ²³⁴ (el): 2,2% (th): 29,5% gesamt: 23,0% | 95% ²³⁵ | D: 117–179 Mio. € ²³⁶ EUR: ²³⁷ 327,2– 934,8 Mio. € |

²¹⁸ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.675 und S.678). Für Anlagen mit einer Leistung < 5kW erhöhen sich die Investitionskosten pro kW, da der Installationsaufwand nicht proportional zur Anlagenleistung abnimmt.

²¹⁹ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.680).

²²⁰ Vgl. Observ'ER (2012, S.51).

²²¹ Marktwachstum in Deutschland und Europa (EU27), basierend auf der Anzahl der neu installierten Wärmepumpen 2010–2011. Vgl. Observ'ER (2012, S.50).

²²² Vgl. Observ'ER (2012, S.51).

²²³ Marktwachstum in Deutschland und der EU 27 basierend auf der Anzahl der neu installierten Erdwärmepumpen 2006–2011. Vgl. GEB (2007), Observ'ER (2011, S.88), Observ'ER (2012, S.50).

²²⁴ Vgl. Weiss et al. (2008, S.77ff.), basierend auf Preis- und Installationsdaten für Wärmepumpensysteme in der Schweiz von 1980–2004.

²²⁵ Marktgröße in 2011, bei Annahme von Investitionskosten i.H.v. 2.000 Euro/kW.

²²⁶ Angaben der Investitionskosten für Neuanlagen in Deutschland auf Grundlage Kaltschmitt et al. (2013, S.767 (Wärme), S.765, S.771 (Strom und Wärme, Fall 1 und Fall 2), S.771 (Strom, Fall 1 und Fall 2)).

²²⁷ Vgl. IEA (2010, S.17) für Investitionskosten Geothermie (Elektrizität) und Goldstein et al. (2011, S.427) für Geothermie (Wärme). Die Angaben zu Investitionskosten für tiefe Geothermie unterscheiden sich in der Literatur z.T. sehr deutlich. Der Grund hierfür liegt in der hohen Abhängigkeit der Investitionskosten von den konkreten geologischen Bedingungen der Standorte für tiefe Geothermieanlagen. Je geringer die erforderliche Bohrtiefe ist, desto geringer sind i.d.R. auch die Investitionskosten. Thorsteinson und Tester (2010, S.805–807, 812) schätzen die Investitionskosten für tiefe Geothermie (nur Wärme) in den USA auf USD 500–2.800/kW, Erdogdu (2009, S.2540) für die Türkei auf USD 1.000–2.000/kW und Stefansson (2002, S.264) für tiefe Geothermie in Island (nur Elektrizität) auf USD 1.122–1.992/kW.

²²⁸ Gesteinskosten Strom bei kombinierter Strom-Wärme-Erzeugung. Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.771f.).

²²⁹ Vgl. GtV Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland (Juli 2013, S.1).

²³⁰ Marktgröße Geothermie Elektrizität in Europa (EU27/Europa inkl. Türkei und Island) entspricht dem Durchschnitt der Neuanlagen im Zeitraum 2010–2015e (44,8 MW/113,4 MW), vgl. Bertani (2012, S.2). Marktgröße tiefe Geothermie Wärme in Europa (EU27/Europa inkl. Türkei und Island) entspricht dem Durchschnitt der Neuanlagen im Zeitraum 2009–2012 (84,2 MW/359,8 MW), vgl. Antics et al. (2013, S.5, Figure 7). Die Daten der Abbildung (Figure 7) aus denen der Umfang der Neuanlagen hervorgeht (EGC 2013 – WGC 2010) wurden von einem der Autoren des Artikels, Herrn Burkhard Sanner, für die Berechnung zur Verfügung gestellt.

²³¹ Vgl. GtV Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland (Juli 2013, S.1).

²³² Vgl. GtV Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland (Juli 2013, S.1).

²³³ Marktdaten tiefe Geothermie zur Elektrizitätsgewinnung für das Jahr 2010 vgl. Bertani (2012, S.2). Marktdaten tiefe Geothermie zur Wärmegewinnung für das Jahresende 2009 vgl. Sanner (2012, S.6). Die Daten wurden von dem Autor des Vortrages, Herrn Burkhard Sanner, für die Berechnung zur Verfügung gestellt.

²³⁴ Marktwachstum Neuanlagen (el) geschätzt auf Grundlage des Anstiegs der Neuanlagen in EU27/Europa von durchschnittlich 14,5MW/101,5 MW(el) im Zeitraum 2005–2010 auf durchschnittlich erwartete 44,8MW/113,4 MW(el) im Zeitraum 2010–2015. Vgl. Bertani (2012, S.2). Marktwachstum Neuanlagen (th) geschätzt auf Grundlage des Anstiegs der Neuanlagen in EU27/Europa von durchschnittlich 84,2MW/359,8MW im Zeitraum 2009–2012 auf durchschnittlich erwartete 109,7MW/780,9MW im Zeitraum 2012–2015. Antics et al. (2013, S.5, Figure 7).

²³⁵ Lako (2010).

²³⁶ Annahme zu Investitionskosten in Deutschland kW(th) ca. 2.500–3.800 Euro/kW. Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.767).

²³⁷ Annahme zu Investitionskosten in Europa ca. 570–1.570 USD/kW (Wärme) und 2.000–5.900 USD/kW (Strom). Wechselkurs 1 Euro = 1,327 USD (durchschnittlicher Wechselkurs für das Jahr 2010, vgl. www.oanda.com).

| Wasserkraft | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--|---|--|---------------------|---|
| Investitionskosten | Gestehungskosten | Neu installierte Leistung 2011 | Marktwachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Marktwachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Fließwasser: Minikraftwerke (<100 kW)/ Kleinanlagen (100 kW–1 MW) | | | | | | | |
| Mini: 6.000– 14.000 €/kW ²³⁸ Klein: D: 5.000– 7.000 €/kW ²³⁹ EU27: 2.500–4.200 €/kW | 0,057–0,077 €/kWh ²⁴⁰ | D: ca.5,0MW ²⁴¹ EU27: 143,4 MW | D: 0,0% ²⁴² EU27: 4,7% | D: 515 MW ²⁴³ EU27: 3,17 GW | D: 0,6% ²⁴⁴ EU27: 3,2% | 100% ²⁴⁵ | D: ²⁴⁶ ca. 5–10 Mio. € EU27: ²⁴⁷ ca. 358,5– 602,3 Mio. € |

²³⁸ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.597).

²³⁹ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.597, S.598). Die Investitionskosten für Anlagen (<10MW) liegen in Deutschland höher als im restlichen Europa. Der europäische Durchschnitt inkl. Deutschland bei 2.500–4.200 Euro/kW. Vgl. Lako (2010, S.42).

²⁴⁰ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.598).

²⁴¹ Marktgröße (Neuinstallationen) 2011 für Deutschland geschätzt als (1.) Zuwachs installierte Leistung 2010–2011: 0,0%, + (2.) Modernisierung der installierten Anlagen: 1% p/a. Marktgröße (Neuinstallationen) 2011 für EU27: Zuwachs installierte Leistung 2010–11. Vgl. European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁴² Marktdaten für Deutschland und EU27 aus European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁴³ Marktdaten für Deutschland und EU27 aus European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁴⁴ Marktdaten für Deutschland und EU27 für den Zeitraum 2007–2011 aus European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁴⁵ Vgl. Lako (2010, S.42).

²⁴⁶ Kosten für die Modernisierung bestehender Anlagen werden lt. Expertenangaben auf ca. 1.000–2.000 Euro/kW geschätzt.

²⁴⁷ Marktvolumen auf Grundlage der typischen Investitionskosten für Anlagen (<10MW) in Europa i.H.v. 2.500–4.200 Euro/kW geschätzt. Vgl. Lako (2010, S.42).

| Wasserkraft (Fortsetzung) | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|---------------------|---|
| Investitionskosten | Gestehungskosten | Neu Installierte Leistung 2011 | Marktwachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Marktwachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Fließwasser: Großanlagen (>1 MW) | | | | | | | |
| D: ²⁴⁸ 5.000– 7.000 €/kW EU: 2.500– 4.200 €/kW | 0,057–0,077 €/kWh ²⁴⁹ | D: ca. 34MW ²⁵⁰ EU27: ca. 1,4 GW | D: 0,0% ²⁵¹ EU27: 1,2% | D: 3,4 GW ²⁵² EU27: 118,3 GW | D: 0,04% ²⁵³ EU27: 0,93% | 100% ²⁵⁴ | D: ca. 34– 68 Mio. € ²⁵⁵ EU27: ca. 3,4– 5,7 Mrd. € ²⁵⁶ |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Wellenkraft (5kW–800kW) ²⁵⁷ /Gezeitenkraft (30kW–2,0MW) ²⁵⁸ | | | | | | | |
| Wellenkraft: 6.300– 13.140 €/kW ²⁵⁹ Gezeitenkraft: 7.000– 11.680 €/kW ²⁶⁰ | Wellenkraft: 0,43–0,49 €/kWh ²⁶¹ Gezeitenkraft: 0,25–0,37 €/kWh ²⁶² | D: 0,0 MW EU27: ca.1,5MW ²⁶³ | D: 0% EU27: ca. 31,6% ²⁶⁴ | D: 0,0 MW EU27: >10 MW ²⁶⁵ | D: 0,0% EU27: 31,6% ²⁶⁶ | 88% ²⁶⁷ | D: 0,0 Mio. € EU27: ca. 6,0– 7,5 Mio. € ²⁶⁸ |

²⁴⁸ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.597). Der europäische Durchschnitt der Investitionskosten für Anlagen < 10MW liegt etwas unterhalb der Investitionskosten für Anlagen in Deutschland: 2.500–4.200 Euro/kW. Vgl. Lako (2010, S.42).

²⁴⁹ Vgl. Kaltschmitt et al. (2013, S.598).

²⁵⁰ Marktgröße (Neuinstallationen) 2011 für Deutschland geschätzt als (1) Zuwachs installierte Leistung 2010–11: 0%, + (2) 1% p/a Modernisierung der installierten Anlagen. Marktgröße (Neuinstallationen) 2011 für EU27: Zuwachs installierte Leistung 2010–11. Vgl. European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁵¹ Marktdaten für Deutschland und EU27 vgl. European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁵² Marktdaten für Deutschland und EU27 vgl. European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁵³ Marktdaten für Deutschland und EU27 vgl. European Small Hydropower Association – HYDI Database (2013).

²⁵⁴ Vgl. Lako (2010, S.42).

²⁵⁵ Kosten für die Modernisierung bestehender Anlagen werden lt. Expertenangaben auf ca. 1.000–1.800 Euro/kW geschätzt. Vgl. Kaltschmitt et al. 2013 (S.597)

²⁵⁶ Marktvolumen auf Grundlage der typischen Investitionskosten für Anlagen (<10MW) in Europa i.H.v. 2.500–4.200 Euro/kW geschätzt. Vgl. Lako (2010, S.42).

²⁵⁷ Vgl. SI-OCEAN (2012, S.18–33).

²⁵⁸ Vgl. SI-OCEAN (2012, S.41–56).

²⁵⁹ Vgl. The Carbon Trust (2006, S.13). 4.300–9.000 GBP/kWh für Prototypen, umgerechnet zum durchschnittlichen Wechselkurs in 2006: GBP/Euro = 1,00/1,46. Vgl. <http://www.oanda.com/lang/de/currency/average>. Aktualisierte Schätzungen der Investitionskosten durch Carbon Trust liegen nicht vor.

²⁶⁰ Vgl. The Carbon Trust (2006, S.14). 4.800–8.000 GBP/kWh für Prototypen, umgerechnet zum durchschnittlichen Wechselkurs in 2006: GBP/Euro = 1,00/1,46. Vgl. <http://www.oanda.com/lang/de/currency/average>. Aktualisierte Schätzungen der Investitionskosten durch Carbon Trust liegen nicht vor.

²⁶¹ Vgl. Low Carbon Innovation Coordination Group (2012, S.1). 0,35–0,40 GBP/kWh, umgerechnet zum durchschnittlichen Wechselkurs in 2012: GBP/Euro = 1,00/1,23. Vgl. <http://www.oanda.com/lang/de/currency/average>.

²⁶² Vgl. Low Carbon Innovation Coordination Group (2012, S.1). 0,20–0,30 GBP/kWh, umgerechnet zum durchschnittlichen Wechselkurs in 2012: GBP/Euro = 1,00/1,23. Vgl. <http://www.oanda.com/lang/de/currency/average>.

²⁶³ Vgl. European Ocean Energy Association (2013, S.3). Geschätzt auf Grundlage des durchschnittlichen Marktwachstum im Zeitraum 2009–2013 (31,6% p.a.), in dem eine Verdreifachung der installierten Leistung, i.W. Prototypen, von 3,5MW auf >10MW stattgefunden hat.

²⁶⁴ Vgl. European Ocean Energy Association (2013, S.3). Geschätzt als durchschnittliches Marktwachstum für den Zeitraum 2009–2013, in dem eine Verdreifachung der installierten Leistung, i.W. Prototypen, von 3,5MW auf >10MW stattgefunden hat.

²⁶⁵ Vgl. European Ocean Energy Association (2013, S.3). Geschätzt auf Grundlage des durchschnittlichen Marktwachstum im Zeitraum 2009–2013 (31,6% p.a.), in dem eine Verdreifachung der installierten Leistung, i.W. Prototypen, von 3,5MW auf >10MW stattgefunden hat.

²⁶⁶ Vgl. European Ocean Energy Association (2013, S.3). Durchschnittliches Marktwachstum errechnet für den Zeitraum 2009–2013, in dem eine Verdreifachung der installierten Leistung, i.W. Prototypen, von 3,5MW auf >10MW stattgefunden hat.

²⁶⁷ Vgl. The Carbon Trust (2011, S.15).

²⁶⁸ Für die Abschätzung der Marktgröße im Jahr 2011 wurden die zukünftig erwarteten Investitionskosten/MW i.H.v. 4.000–5.000 €/MW zugrunde gelegt. Vgl. European Ocean Energy Association (2013, S.13). Da es sich bei den installierten Anlagen bisher i.W. um Prototypen handelt, sind die tatsächlichen Investitionskosten aktuell noch deutlich höher.

| Biomasse | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|----------------------------|---|
| Investitionskosten | Gestehungskosten | Neu installierte Leistung 2011 | Marktwachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Marktwachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Direkte Nutzung: Verbrennung _(th) Feste Biomasse (5kW-2MW) | | | | | | | |
| 294–791 €/kW _(th) ²⁶⁹ | 0,081–0,185 €/kWh _(th) ²⁷⁰ | D: ²⁷¹ 1.057MW _(th) EU27: n.v. | D: 48,9% ²⁷² EU27: n.v. | D: n.v. EU27: n.v. | D: 20,5% ²⁷³ EU: n.v. | 100% ²⁷⁴ | D: 310,6– 835,7 Mio. € EU27: ²⁷⁵ ca. 2,3–6,2 Mrd. € |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Direkte Nutzung: Feste Biomasse KWK _(el-th) ²⁷⁶ (35kW-5MW _(el)) ²⁷⁷ /(250kW-19MW _(th)) | | | | | | | |
| 2.390–5.690 €/kW _(el) ²⁷⁸ 450–1.210 €/kW _(th) | 0,128–0,257 €/kWh _(el) ²⁷⁹ 0,038–0,056 €/kWh _(th) | D: ²⁸⁰ 46,6MW _(el) 169,0 MW _(th) EU27: n.v. | D: 53,3% _(el) ²⁸¹ 19,0% _(th) EU27: n.v. | D: ²⁸² 1.280 MW _(el) EU27: ²⁸³ ca. 14.614 MW _(el) | D: 10,4% _(el) ²⁸⁴ 1,9% _(th) EU27: ²⁸⁵ 5,8% | 90%– 95% ²⁸⁶ | D: 187,4– 469,6 Mio. € EU27: ca. 2,2– 5,5 Mrd. € |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Direkte Nutzung: KWK _(el-th) Flüssige Biomasse (2kW-2MW) | | | | | | | |
| 1.100–1.700 €/kW _(el) ²⁸⁷ | 0,198–0,297 €/kWh _(el) ²⁸⁸ | D: 0,0MW _(el) EU27: n.v. | D: 0,0% ²⁹⁰ EU27: n.v. | D: 100 MW _(el) ²⁹¹ EU27: n.v. | D: -100,0% ²⁹² EU27: n.v. | 90%– 95% ²⁹³ | D: 0,0 Mio. € ²⁹⁴ EU27: n.v. |

²⁶⁹ Vgl. BMU (2011a, S.51–52).

²⁷⁰ Vgl. BMU (2011a, S.45 und S.47). Bei einer Einzelheizung eines sanierten Einfamilienhauses wurden die Wärmegestehungskosten mit 0,163–0,185 €/kWh(th) berechnet, bei großen Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung liegen die Wärmegestehungskosten bei 0,081–0,097 €.

²⁷¹ Vgl. BMU (2012a). Der Evaluierungsbericht erfasst nur Biomasseanlagen, die durch BAFA und KfW im Rahmen des Marktanziehlprogrammes (MAP) gefördert wurden. Im Jahr 2011 betrug der Anteil der Anlagen zur Wärmeerzeugung, die durch das MAP (BAFA-Teil) gefördert wurden, nur 55% des Gesamtmarktes in Deutschland. Vgl. (BMU 2012a, S.93). Entsprechend wurde die gesamte Marktgröße für das Jahr 2011 auf Grundlage der MAP-Daten ermittelt (KfW-Teil: 147,0 MW plus Bafa-Teil: 909,5 MW (500,2 MW/55%) = gesamt: 1056,5 MW) ermittelt.

²⁷² Vgl. BMU (2011a, S.21–22 und 2012a, S.23–24, S.93). Die in den Berichten dargestellten Marktdaten beziehen sich nur auf Biomasseanlagen, die durch BAFA und KfW gefördert wurden. Der Anteil der nicht durch BAFA geförderten Anlagen wurde anhand des Marktanteils der durch BAFA geförderten Anlagen errechnet.

²⁷³ Wachstumsrate bezieht sich nur auf kleine Biomasseanlagen < 100kW(th), da für größere Anlagen keine Angaben für das Jahr 2006 vorliegen.

²⁷⁴ Vgl. BMU (2011a, S.55).

²⁷⁵ Die Marktgröße für Anlagen zur direkten thermischen Nutzung von Biomasse können aufgrund fehlender Marktdaten für die EU27 nur auf Grundlage der Daten zur Nutzung von fester Biomasse zur Wärmegewinnung geschätzt werden. Im Jahr 2011 wurden in der gesamten EU27 Wärmeenergie aus fester Biomasse i.H.v. 64.947 Mtoe verbraucht, 7,4 mal mehr als in Deutschland. Vgl. Observ'ER (2012, S.79). Dementsprechend wird für den Zweck der vorliegenden Studie davon ausgegangen, dass der Gesamtmarkt für Anlagen zur thermischen Nutzung von Biomasse in der EU27 näherungsweise ca. 7,4 mal so groß ist wie in Deutschland.

²⁷⁶ Vgl. Obernberger und Thek (2008, S.2–4) für eine Übersicht der wichtigsten technologischen Ansätze zur Biomassenutzung in dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen).

²⁷⁷ Vgl. Obernberger und Thek (2008, S.4).

²⁷⁸ Vgl. Obernberger und Thek (2008, S.6).

²⁷⁹ Vgl. Obernberger und Thek (2008, S.7).

²⁸⁰ Vgl. DBFZ (2012, S.30) neu installierte Leistung der Block- und Blockheizkraftwerke, inkl. Vergasungsanlagen, exkl. Biomasseheizkraftwerke der Papier und Zellstoffindustrie und Kleinst-KWK-Anlagen <10 kW_(el), in Deutschland.

²⁸¹ Vgl. DBFZ (2012, S.30) Veränderung der Neustationen der Block- und Blockheizkraftwerke, inkl. Vergasungsanlagen, exkl. Biomasseheizkraftwerke der Papier und Zellstoffindustrie und Kleinst-KWK-Anlagen <10 kW_(el), in Deutschland.

²⁸² Vgl. DBFZ (2012, S.4, S.30) installierte Leistung des Anlagenbestandes der Block- und Blockheizkraftwerke, inkl. Vergasungsanlagen (ca. 20MW_(el)), exkl. Biomasseheizkraftwerke der Papier und Zellstoffindustrie, in Deutschland, Stand Ende 2011.

²⁸³ Die kumulierte Leistung der installierten Anlagen kann aufgrund fehlender Daten für die EU27 nur auf Grundlage der Angaben zu aus fester Biomasse erzeugten Strommenge näherungsweise bestimmt werden. In den Jahren 2010–2011 war die in der EU27 aus fester Biomasse erzeugte Strommenge im Durchschnitt 11,4 mal größer als die in Deutschland aus fester Biomasse erzeugte Strommenge. Dementsprechend kann für den Zweck der vorliegenden Studie die kumulierte installierte Leistung in der EU27 auf das 11,4-fache der in Deutschland installierten Anlagenleistung geschätzt werden.

²⁸⁴ Vgl. DBFZ (2012, S.30) Veränderung der Neustationen der Block- und Blockheizkraftwerke, inkl. Vergasungsanlagen, exkl. Biomasseheizkraftwerke der Papier und Zellstoffindustrie und Kleinst-KWK-Anlagen <10 kW_(el), in Deutschland.

²⁸⁵ Aufgrund fehlender Daten zu

²⁸⁶ Vgl. Hoefnagels et al. (2011, S.59).

²⁸⁷ Vgl. DBFZ (2011, S.39).

²⁸⁸ Vgl. DBFZ (2011, S.40).

²⁸⁹ Vgl. DBFZ (2012, S.89).

²⁹⁰ Vgl. DBFZ (2012, S.89).

²⁹¹ Vgl. DBFZ (2012, S.89).

²⁹² Vgl. BMU (2013) für Berechnung Zubau 2006 und DBFZ (2011, S.28) für Zubau 2011 (eigene Annahme für Zubau 2011:10MW_(el)).

²⁹³ Vgl. Hoefnagels et al. (2011, S.59).

| Biomasse (Fortsetzung) | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|------------------------|--|
| Investitionskosten | Gestehungskosten | Neu Installierte Leistung 2011 | Marktwachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Marktwachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Energieträger 1. Generation: Biogas (75kW–1MW _(el)) ²⁹⁵ | | | | | | | |
| 2.700–7.000 €/kW _(el) ²⁹⁶ | 0,173–0,204 €/kWh _(el) ²⁹⁷ | D: 550MW _(el) ²⁹⁸ EU: 833MW _(el) ²⁹⁹ | D: 22,2% EU27: 62,9% | D: 2.850 MW _(el) EU27: 4.387 MW _(el) | D: 10,4% EU27: 45,2% | 90%–95% ³⁰⁰ | D: 1,93–2,59 Mrd. € ³⁰¹ EU27: 2,92 – 3,92 Mrd. € |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Energieträger 1. Generation: Biodiesel ³⁰² (40k–250kt/a) ³⁰³ | | | | | | | |
| 400–600 €/t/a ³⁰⁴ | 0,70–0,80 €/l KSÄ ³⁰⁵ | D: 0,0kt/a ³⁰⁶ EU27: 1.303kt/a | D: -100% EU27: -2,4% | D: 4.932kt/a EU27: 23.207kt/a | D: -100% EU27: -26,2% | 90%–95% ³⁰⁷ | D: 0,0 Mio. € EU27: 521–782 Mio. € |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Energieträger 1. Generation: Bioethanol ³⁰⁸ (45k–300kt/a) ³⁰⁹ | | | | | | | |
| 566,7–766,7 €/t/a ³¹⁰ | 0,81–0,84 €/l KSÄ ³¹¹ | D: 0,0kt/a ³¹² EU27: 149kt/a | D: -100% ³¹³ EU27: -88,1% | D: 938kt/a ³¹⁴ EU27: 6.327kt/a | D: n.s. ³¹⁵ EU27: -39,3% | 90%–95% ³¹⁶ | D: 0,0 Mio. € EU27: 85–115 Mio. € |

²⁹⁴ Der Markt für KWK-Anlagen auf Basis flüssiger Biomasse wurde hier nur mit 0,0 € berücksichtigt, da er für 2011 (genaue Daten lagen noch nicht vor) spätestens aber 2012 fast vollständig zum Erliegen kam und wirtschaftlich praktisch keine Rolle mehr spielt.

²⁹⁵ Vgl. FNR (2012, S.38).

²⁹⁶ Vgl. FNR (2012, S.38).

²⁹⁷ Vgl. DBFZ (2011, S.38) exemplarisch am Beispiel für Biogasanlagen auf Basis Nassfermentation und einer Anlagenleistung i.H.v. 190 kW_(el) und 600 kW_(el).

²⁹⁸ Für alle Marktdaten zu Installationen und Marktwachstum von Anlagen zur Stromgewinnung aus Biogas (2006–2011) vgl. BMU (2013).

²⁹⁹ Die Marktdaten zur Installation von Biogasanlagen in Europa (EU27) mussten aufgrund fehlender Angaben zur Leistung der installierten Anlagen auf Grundlage des durch die Anlagen produzierten Stroms geschätzt werden. Dabei wurde das für Deutschland bekannte Verhältnis von installierter Leistung zu produziertem Strom auf die in Europa produzierte Strommenge übertragen. Für die Angaben zur produzierten Strommenge durch Biogasanlagen in Europa (2006–2011) vgl. TTZ (2006, S.13), Observ'ER (2008, S.47; 2010, S.108 und 2012, S.71).

³⁰⁰ Vgl. Hoefnagels et al. (2011, S.59).

³⁰¹ Unter der Annahme von 3.700–4.500 €/kW_(el). Vgl. DBFZ (2011, S.38) exemplarisch am Beispiel für Biogasanlagen auf Basis Nassfermentation und einer Anlagenleistung i.H.v. 190 kW_(el) und 600 kW_(el).

³⁰² Einschließlich Hydrotreated Vegetable Oils (HVO).

³⁰³ Vgl. Gröngroft (2010, S.19).

³⁰⁴ Vgl. Ecofys (2012, S.12).

³⁰⁵ Vgl. FNR (2009, S.124–125). Herstellungskosten für Biodiesel (1 Liter Kraftstoffäquivalent KSÄ) aus Rapsöl, Palmöl, Sojaöl und tierischen Fetten.

³⁰⁶ Für alle Marktdaten zu Produktionskapazität (C) und Produktion (P) von Biodiesel in Deutschland und EU27 (2006–2011) vgl. European Biodiesel Board – EBB (2012) <http://www.ebb-eu.org/stats.php#>.

³⁰⁷ Vgl. Hoefnagels et al. (2011, S.59).

³⁰⁸ Einschließlich Biomethanol aus Glycerin, einem Nebenprodukt der Biodieselerzeugung.

³⁰⁹ Vgl. Gröngroft (2010, S.15).

³¹⁰ Vgl. Ecofys (2012, S.12).

³¹¹ Vgl. FNR (2009, S.126–127). Herstellungskosten für Bioethanol (1 Liter Kraftstoffäquivalent KSÄ) aus Getreide und Zuckerrüben in Europa.

³¹² Vgl. BDBE (2012, S.6–8), USDA (2013, S.12).

³¹³ Vgl. VDB (2012, S.1), USDA (2012, S.12), USDA (2013, S.12–13), BDBE (2012, S.6–8).

³¹⁴ Vgl. BDBE (2012, S.6–8), USDA (2013, S.12).

³¹⁵ Vgl. VDB (2012, S.1), USDA (2012, S.12), USDA (2013, S.12–13), BDBE (2012, S.6–8).

³¹⁶ Vgl. Hoefnagels et al. (2011, S.59).

| Biomasse (Fortsetzung) | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--------------------------------------|--------------------|---|
| Investitionskosten | Gestehungskosten | Neu installierte Leistung 2011 | Marktwachstum 2011 | Installierte Leistung (kumuliert) | Marktwachstum 2006-11 CAGR %p.a. | Progress Ratio | Marktgröße |
| Kategorie (Leistung pro Anlage/Modul): Energieträger 2. Generation: n.v. ³¹⁷ | | | | | | | |
| 3.300–28.300 €/t/a ³¹⁸ | Biogas(SNG): ³¹⁹ 0,075 €/kWh Biodiesel(BtL): 1,08 €/l KSA ³²⁰ Bioethanol (lignoz.): 0,89–1,03 €/l KSA ³²¹ | D: 1,82kt/a ³²² EU27: 8,00kt/a | D: 14,6% ³²³ EU27: 40,7% | D: 14,2kt/a ³²⁴ EU27: 26,0kt/a | D: n.s. EU27: 148% ³²⁵ | 90% ³²⁶ | D: ca. 6,0–50,0 Mio. € EU: ca. 25,0–212,0 Mio. € |

Abkürzungen: kW = Kilowatt; kWh = Kilowattstunde; kWp = Kilowatt Peak; MW = Megawatt; GW = Gigawatt; CAGR = durchschnittliche jährliche Wachstumsrate; (el) = elektrisch; (th) = thermisch; D = Deutschland, ES = Spanien, EUR = Europa; EU27 = Europäische Union mit 27 Mitgliedsstaaten; n.v. = Daten nicht verfügbar; KWK = Kraft-Wärme-Kopplung; kt/a = Kilotonne/pro Jahr; t = Tonne; KSA = Kraftstoffäquivalent; SNG = Synthetic Natural Gas (Synthesegas); BtL = Biomass-to-Liquid.

Tabelle 1: Technische und wirtschaftliche Kennziffern der Technologiesegmente.

2.2.1.8 Einordnung in den Technologielebenszyklus

Die Beschreibungen der Erneuerbare-Energie-Technologien in den vorangegangenen Abschnitten zeigen, dass sich die einzelnen Technologiesegmente hinsichtlich ihres technologischen Entwicklungsstandes und ihrer aktuellen wirtschaftlichen Potentiale zum Teil deutlich voneinander unterscheiden. VC-Investoren, die in junge, innovative Technologieunternehmen des Erneuerbare-Energien-Sektors investieren möchten, müssen daher bei ihrer Investitionsentscheidung auch die unterschiedlichen Chancen und Risiken der einzelnen Technologiesegmente berücksichtigen.

Um die unterschiedlichen Entwicklungsstadien der einzelnen Technologien zu veranschaulichen, bietet sich in einem ersten Schritt die Einordnung der Technologien in den sogenannten Technologielebenszyklus an.³²⁷ Der Lebenszyklus einer Technologie lässt sich in vier Phasen einteilen: Entstehung, Wachstum, Reife und Alter. Diese vier Phasen beschreiben eine idealtypische Entwicklung, in der eine Technologie im

³¹⁷ Für Anlagen zur Produktion von Biogas und Biokraftstoffen der zweiten Generation gab es im Jahr 2011 noch keinen kommerziellen Markt. Bei den wenigen bestehenden oder geplanten Anlagen handelt es sich um Test- bzw. Forschungsanlagen, die die Produktionsprozesse im kleinem Maßstab abbilden.

³¹⁸ Auswertung der in Bacovsky et al. (2013) beschriebenen Produktionsanlagen für Biokraftstoffe der 2. Generation. Die Spanne ergibt sich für die in der Studie beschriebenen Anlagen mit einer Kapazität von > 1.000 t/a (exkl. Anlagen zur Hydrierung von Tierfetten). Vgl. Bacovsky et al. (2013, S.60, S.76, S.88, S.90, S.96, S.118, S.130, S.133, S.172, S.178, S.187). Der Mittelwert der Investitionskosten liegt bei 11.627 Euro/t/a.

³¹⁹ Vgl. DBFZ (2009, S.38).

³²⁰ Vgl. FNR (2009, S.124–125). Herstellungskosten für Biodiesel (1 Liter Kraftstoffäquivalent KSA) mittels synthetischer Verfahren (Bio-to-Liquid).

³²¹ Vgl. FNR (2009, S.126–127). Herstellungskosten für Bioethanol (1 Liter Kraftstoffäquivalent KSA) aus Lignozellulose (Stroh, Restströme).

³²² BiofuelDigest (2011). Vereinfachende Annahme 1000 Liter = 0,8 Tonnen (Ethanol = 0,79; Benzin = 0,75; Diesel = 0,84). Alle Marktdaten ohne Anlagen zur Hydrierung von Pflanzenölen und Tierfetten. Diese wurden den Energieträgern der 1. Generation zugeordnet.

³²³ BiofuelDigest (2011).

³²⁴ BiofuelDigest (2011). Vereinfachende Annahme 1000 Liter = 0,8 Tonnen (Ethanol = 0,79; Benzin = 0,75; Diesel = 0,84).

³²⁵ BiofuelDigest (2011).

³²⁶ Vgl. Hoefmagels et al. (2011, S.60).

³²⁷ Vgl. Sommerlatte und Deschamps (1986, S.52).

Laufe der Zeit durch Weiterentwicklungen ihr technologisches Potential immer stärker ausschöpft.³²⁸

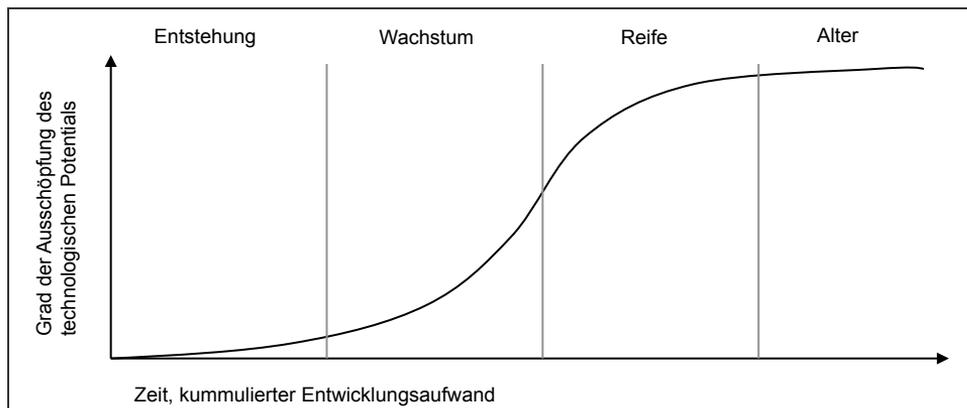


Abbildung 11: Vier Phasen des Technologielebenszyklus.³²⁹

In welchem Stadium der Entwicklung sich eine bestimmte Technologie aktuell befindet, lässt sich zumindest annäherungsweise anhand verschiedener Indikatoren bestimmen (vgl. Tabelle 2).

| | Phase des Technologielebenszyklus | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|
| Indikator | Entstehung | Wachstum | Reife | Alter |
| Unsicherheit über technische Leistungsfähigkeit | hoch | mittel | niedrig | sehr niedrig |
| Investitionen in Technologieentwicklung | niedrig | maximal | niedrig | vernachlässigbar |
| Breite der potentiellen Einsatzgebiete | unbekannt | groß | etabliert | abnehmend |
| Typ der Entwicklungsanforderung | wissenschaftlich | anwendungsorientiert | | kostenorientiert |
| Auswirkungen auf Kosten-Leistungs-Verhältnis der Produkte | sekundär | maximal | marginal | marginal |
| Zahl der Patentanmeldungen/Typ der Patente | zunehmend Konzeptpatente | stark produktbezogen | abnehmend verfahrensbezogen | |

³²⁸ Vgl. Wolfrum (1994, S.112). Je nach konkretem Anwendungsfall des Konzepts des Technologielebenszyklus, werden statt der Ausschöpfung des technologischen Potentials andere Parameter verwendet, um den Entwicklungsstand der Technologie zu beschreiben. Sommerlatte und Deschamps verwenden »Grad der Erreichung des Wettbewerbspotentials«.

³²⁹ Nach Vorlage von Sommerlatte und Deschamps (1986, S.52) mit eigenen Anmerkungen.

| | Phase des Technologielebenszyklus | | | |
|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|----------|
| Indikator | Entstehung | Wachstum | Reife | Alter |
| Zugangsbarrieren | wissenschaftliche Fähigkeiten | Personal | Lizenzen | Know-how |
| Verfügbarkeit | sehr beschränkt | Restrukturierung | markt-orientiert | hoch |

Tabelle 2: Indikatoren für die Lebenszyklusphase einer Technologie.³³⁰

Wendet man diese Indikatoren auf die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors an, so lassen sich diese, wie in Abbildung 12 dargestellt, in den Technologielebenszyklus einordnen.³³¹

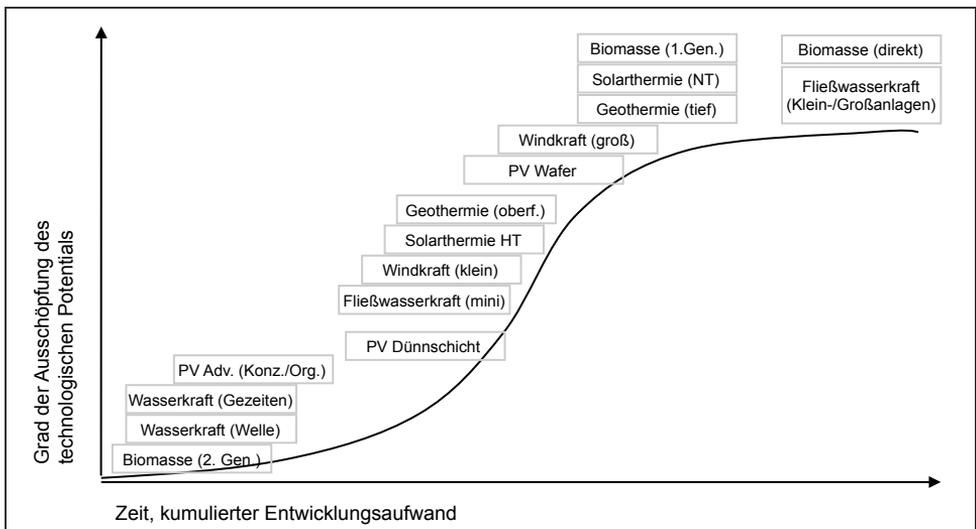


Abbildung 12: Abgeschätzte Position der Erneuerbare-Energie-Technologien im Technologielebenszyklus.³³²

³³⁰ Sommerlatte und Deschamps (1986, S.53).

³³¹ Für die Einordnung der Technologiesegmente in den Technologielebenszyklus vgl. auch Guerrero-Lemus und Martinez-Duart (2013, S.26ff.). Für eine Betrachtung der Schwierigkeiten bei der Einordnung von Technologien in den Technologielebenszyklus vgl. Specht et al. (2002, S.72f.).

³³² Eigene Darstellung auf Grundlage der Indikatoren in Tabelle 2.

3 Theoretische Grundlagen

Wie eingangs dieser Arbeit beschrieben, finden sich in der wissenschaftlichen Literatur zwei Theorien, die zur Erklärung der vergleichsweise geringen Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor herangezogen werden können: die Entscheidungstheorie und die Pfadabhängigkeitstheorie. Bisherige empirische Untersuchungen liefern zum Teil widersprüchliche Erkenntnisse zu der Validität der beiden Theorien mit Blick auf den hier beschriebenen Sachverhalt.³³³ Ziel dieser Arbeit ist es, beide Theorien im Kontext von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor empirisch zu überprüfen und wesentliche Einflussgrößen, die möglicherweise VC-Gesellschaften in ihrer Investitionstätigkeit behindern, zu identifizieren. Da sowohl die Entscheidungstheorie als auch die Pfadabhängigkeitstheorie in der Wissenschaft einen weiten Anwendungsbereich haben und in der Praxis teilweise unreflektiert verwendet werden, werden beide Theorien vorab kurz dargestellt und auf den Kontext der Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften übertragen. In diesem Zusammenhang werden auch die wesentlichen Merkmale und Parameter der Theorien herausgearbeitet, anhand derer die Erklärungsansätze der Theorien später im Rahmen einer empirischen Untersuchung überprüft werden können.

3.1 Entscheidungstheorie

Die Entscheidungstheorie befasst sich ganz allgemein mit dem Entscheidungsverhalten von Individuen und Gruppen.³³⁴ In Abhängigkeit der Fragestellung, wird zwischen der präskriptiven und deskriptiven Entscheidungstheorie unterschieden.³³⁵

Die *präskriptive Entscheidungstheorie* untersucht und beschreibt, wie bei gegebenen Entscheidungsprämissen und unter der Annahme rationalen Handelns, Entscheidungen am besten getroffen werden können. Sie liefert somit die Grundlagen zur entscheidungslogischen Fundierung von Entscheidungsprozessen.³³⁶ Zahlreiche Untersuchungen zeigen allerdings, dass Individuen in der Realität bei Entscheidungen von dem erwarteten rationalen Verhalten abweichen, da beispielsweise nicht alle für die Entscheidung erforderlichen Informationen verfügbar sind oder die kognitive Kapazität der Entscheider begrenzt ist.³³⁷ Der Anwendungsbereich der präskriptiven Entscheidungstheorie ist somit in der betriebswirtschaftlichen Praxis generell auf relativ einfache und überschaubare Entscheidungsprobleme beschränkt. Um die präskriptive Entscheidungstheorie dennoch auf Investitionsentscheidungen anwenden zu können, müs-

³³³ Vgl. hierzu die Ergebnisse der Untersuchungen von Kasemir et al. (2000, S.891ff.) und Wüstenhagen und Teppo (2006, S.80ff.).

³³⁴ Vgl. Laux (2007, S.1).

³³⁵ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.2).

³³⁶ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.11).

³³⁷ Vgl. Simon (1959, S.253ff.), Kahneman und Tversky (1979, S.263ff.), Tversky und Kahneman (1981, S.453ff.).

sen eine Reihe von einschränkenden und vereinfachenden Annahmen getroffen werden.³³⁸

Die *deskriptive Entscheidungstheorie* hingegen untersucht und beschreibt die Art und Weise, in der Entscheidungen in der Realität getroffen werden auf der Grundlage des tatsächlich beobachteten Verhaltens.³³⁹ Sie bezieht somit mögliche Abweichungen von rationalem Verhalten durch Individuen und Gruppen in Entscheidungsprozessen mit ein. Mit Blick auf die Komplexität und Intransparenz von betriebswirtschaftlichen Entscheidungsproblemen liefert die deskriptive Entscheidungstheorie empirisch fundierte Erkenntnisse zu der Frage, wie und wieso Entscheidungen von Individuen und Gruppen getroffen werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor besser zu verstehen und die Frage zu beantworten, wieso nur ein vergleichsweise geringer Anteil der VC-Investitionen in diesem Bereich getätigt werden. Das zentrale Erkenntnisinteresse liegt dabei auf der Identifikation von Einflussfaktoren, die in der Praxis die Investitionsentscheidung der VC-Gesellschaften möglicherweise negativ beeinflussen. Aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Forschungsfragen bildet die *deskriptive Entscheidungstheorie* den geeigneten Untersuchungsrahmen für diese Arbeit. Die Wahl eines deskriptiven Forschungsansatzes stellt allerdings nicht in Frage, dass VC-Gesellschaften bei Investitionsentscheidungen generell rational handeln und bspw. bei gleichem erwarteten Risiko die Investition mit der höheren erwarteten Rendite bevorzugen.³⁴⁰ Die Investitionsentscheidungen von VC-Gesellschaften entsprechen daher zumindest teilweise auch den Grundsätzen und Konzepten präskriptiver Entscheidungstheorien, wie bspw. der Maximierung des erwarteten Nutzens³⁴¹ oder der Risiko-Minimierung durch Portfolio-Diversifikation³⁴². Es erscheint daher sinnvoll, im Folgenden als Grundlage für die deskriptive Analyse der VC-Investitionsentscheidung zuerst das normative Grundgerüst der Entscheidungstheorie im Allgemeinen (Abschnitt 3.1.1.) und mit Blick auf Investitionsentscheidungen im Speziellen (Abschnitt 3.1.2) darzulegen.

3.1.1 Unterschiedliche Entscheidungssituationen³⁴³

In der Entscheidungstheorie kann – abhängig von dem Kenntnisstand des Entscheidungsträgers hinsichtlich des zukünftigen Ergebnisses seiner Handlung – zwischen drei

³³⁸ Für eine ausführliche Diskussion über die Anwendung der präskriptiven Entscheidungstheorie auf Investitionsentscheidungen bei Unsicherheit siehe Schmidt und Terberger (1997, S.298ff.) und Franke und Hax (2009, S.245ff., S.297ff.).

³³⁹ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.4).

³⁴⁰ Vgl. Arrow (1965,) und Bernoulli (1954, S.23ff.).

³⁴¹ Vgl. Bernoulli (1954, S.23ff.) und von Neumann und Morgenstern (1944).

³⁴² Vgl. Markowitz (1952, S.77ff.), Sharpe (1964, S.425ff.), Mao und Särndal (1966, S.B-323ff.).

³⁴³ An dieser Stelle soll nur ein kurzer Überblick über die wesentlichen Entscheidungssituationen gegeben werden. Für eine weiterführende ausführliche Darstellung zur normativen Entscheidungstheorie, Entscheidungssituationen und Entscheidungsstrategien empfiehlt sich u.a. Bamberg et al. (2008), Laux (2007) und Eisenführ et al. (2010).

verschiedenen Entscheidungssituationen unterschieden werden: Entscheidungen bei Sicherheit, Entscheidungen bei Risiko und Entscheidungen bei Unsicherheit i.e.S.³⁴⁴

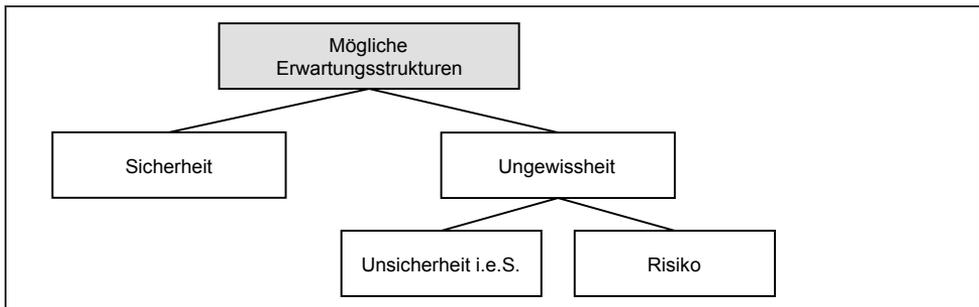


Abbildung 13: Kategorisierung der Entscheidungssituationen.³⁴⁵

3.1.1.1 Entscheidungen bei Sicherheit

Bei Entscheidungen unter Sicherheit kennt der Entscheider vor seiner Entscheidung das entsprechende Ergebnis seiner Handlung bzw. den zukünftigen Umweltzustand mit Sicherheit.³⁴⁶ Verfolgt der Entscheider nur eine einzige, unbegrenzte Zielsetzung, wird er bei der Beurteilung verschiedener Handlungsalternativen diejenige Alternative auswählen, die seine Zielsetzung am besten erfüllt.³⁴⁷ Ein Beispiel für eine Entscheidung unter Sicherheit ist die Auswahl zwischen Auto, Bahn oder Flugzeug als Transportmittel für eine Reise. Besteht die alleinige Zielsetzung des Entscheiders darin, die Reisekosten zu minimieren, kann der Entscheider die Kosten für jede Alternative vorab bestimmen und sich für die Alternative mit den geringsten Kosten entscheiden. Verfolgt der Entscheider mehrere Ziele, beispielsweise die Minimierung der Reisekosten und gleichzeitig die Minimierung der Reisezeit, gestaltet sich die optimale Entscheidung schwieriger. Diese sogenannten multikriteriellen Entscheidungsprobleme lassen sich relativ gut lösen, solange die Präferenz des Entscheidungsträgers bekannt und eine bestimmte Entscheidungsregel vorgegeben ist. In dem oben dargestellten Beispiel kann der Entscheider beispielsweise die Ziele Minimierung der Reisezeit und Minimierung der Reisekosten entsprechend seiner individuellen Präferenz gewichten und dann die Alternative mit dem für ihn höchsten Gesamtnutzen wählen. Grundsätzlich stehen aber unterschiedlicher Entscheidungsregeln zur Verfügung, nach denen alternative Handlungsoptionen beurteilt werden können.³⁴⁸ In der Realität entsprechen die wenigsten Entscheidungsprobleme Entscheidungen unter Sicherheit. Die Komplexität der realen

³⁴⁴ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.22), Laux (2007, S.22).

³⁴⁵ In Anlehnung an Laux (2007, S.23).

³⁴⁶ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.41ff.).

³⁴⁷ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.43).

³⁴⁸ Für eine Übersicht unterschiedlicher Entscheidungsregeln sowie eine umfassende Darstellung von Entscheidungen bei mehreren Zielsetzungen und möglichen Entscheidungsregeln sowie Lösungsmöglichkeiten bei unbekannter Präferenz des Entscheiders und fehlender Entscheidungsregel siehe z.B. Bamberg et al. (2008, S.45ff.).

Entscheidungsprobleme zwingt aber häufig zu stark vereinfachenden Modellannahmen. Werden Ergebnisse von Handlungsalternativen aus Vereinfachungsgründen entgegen ihrer eigentlichen Eigenschaft als sicher gegeben betrachtet, können Entscheidungsprobleme als Entscheidungen unter Sicherheit betrachtet und gelöst werden.

3.1.1.2 Entscheidungen bei Risiko

Bei Entscheidungen unter Risiko kennt der Entscheider die zukünftigen möglichen Ergebnisse seiner Handlungen bzw. Umweltzustände sowie die Wahrscheinlichkeiten mit der jede einzelne von ihnen eintreten kann.³⁴⁹ Das klassische Beispiel für eine Entscheidung unter Risiko ist das legale Glücksspiel wie bspw. Roulette. Die möglichen unterschiedlichen Ergebnisse des Spiels sind hier dem Spieler vor seinem Einsatz bekannt, genau wie die jeweiligen objektiv bestimmbaren Wahrscheinlichkeiten, mit denen sie eintreten können. In der Literatur werden Entscheidungssituationen, bei denen dem Entscheider nur eine subjektive Einschätzung der Wahrscheinlichkeiten vorliegt, ebenfalls als Entscheidungen unter Risiko betrachtet.³⁵⁰ Dies ist beispielsweise bei betriebswirtschaftlichen Entscheidungen der Fall, wenn Eintrittswahrscheinlichkeiten mit Hilfe von Erfahrungs- oder Statistikwerten aus der Vergangenheit abgeschätzt werden können. Bei Entscheidungen unter Risiko können unterschiedliche Entscheidungsprinzipien angewendet werden, um Entscheidungsprobleme zu lösen. Die wichtigsten Entscheidungsprinzipien werden im Folgenden kurz dargelegt.³⁵¹

Beim μ -Prinzip³⁵² wird eine Handlung ausschließlich anhand des Erwartungswertes (μ) der Zielgröße bewertet. Entsprechend lässt sich von dem μ -Prinzip die Entscheidungsregel ableiten, dass bei mehreren Handlungsalternativen diejenige ausgewählt werden soll, die den Erwartungswert der Zielgröße maximiert. Dieses Vorgehen ist allerdings in der Praxis nur sinnvoll, wenn das Risiko für den Entscheider bei der Betrachtung der Alternativen keine Rolle spielt, es also risikoneutral ist.

Das (μ, σ) -Prinzip³⁵³ berücksichtigt bei einer Entscheidung neben dem Erwartungswert μ der Zielgröße auch das Risiko in Form der Standardabweichung σ mit der die Ergebnisvariable um den Erwartungswert streut. Für jede Handlungsalternative lässt sich bei Entscheidungen unter Risiko der Erwartungswert μ der Zielgröße und die Standardabweichung σ bestimmen. Abhängig von der individuellen Präferenz des Entscheiders lassen sich daraus Entscheidungsregeln entwickeln. Ist ein Entscheider bspw. risikoavers, so wird er diejenige Alternative bevorzugen, die bei gleichem Erwartungswert das geringere Risiko aufweist bzw. bei gleichem Risiko den höheren Erwartungswert. Mit Hilfe der Präferenzfunktion des Entscheiders lassen sich die mög-

³⁴⁹ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.67).

³⁵⁰ Vgl. Bamberg et al. (2008, S.67ff.) Laux (2007, S.145ff.).

³⁵¹ Für eine ausführliche Übersicht und kritische Würdigung verschiedener Entscheidungsprinzipien vgl. Schneeweiß (1967).

³⁵² Der griechische Buchstabe μ (mü) wird allgemein für die Bezeichnung von Erwartungswerten verwendet.

³⁵³ Der griechische Buchstabe σ (sigma) wird in der Statistik für die Bezeichnung der Standardabweichung, die Streuung der Werte einer Zufallsvariable um ihren Mittelwert, verwendet.

lichen Alternativen in eine Präferenzordnung zueinander bringen. So kann diejenige Alternative bestimmt werden, die aus Sicht des Entscheiders die bestmögliche Alternative darstellt.³⁵⁴

Das *Bernoulli-Prinzip* geht davon aus, dass den möglichen Ergebnissen einer Handlungsalternative vom Entscheider jeweils ein sogenannter Nutzenwert zugeordnet werden kann. Der Nutzenwert ergibt sich aus der individuellen Nutzenfunktion des Entscheiders. Er spiegelt die Einstellung des Entscheiders zum Ergebniswert als auch zum Risiko des Ergebnisses wieder. Unterschiedliche Handlungsalternativen können dann auf Basis des Nutzenerwartungswertes der jeweiligen Alternativen miteinander verglichen werden. Ein rational handelnder Entscheider wird diejenige Handlungsalternative wählen, deren mögliche Ergebnisse aus seiner Sicht den höchsten Nutzenerwartungswert ergeben.³⁵⁵ Der Vorteil gegenüber dem (μ, σ) -Prinzip besteht beim Bernoulli-Prinzip insbesondere darin, dass auch nicht-monetären Ergebnissen ein Nutzenwert zugeordnet werden kann.³⁵⁶ Voraussetzung für die Anwendung ist allerdings die Kenntnis der Nutzenfunktion des Entscheiders. Diese kann im Prinzip mit Hilfe verschiedener Methoden bestimmt werden.³⁵⁷ In der betriebswirtschaftlichen Praxis erfolgt in der Regel keine Bestimmung der Nutzenfunktion, der Entscheider trifft seine Entscheidung vielmehr intuitiv, in dem Bestreben seinen Nutzen zu maximieren.

3.1.1.3 Entscheidungen bei Unsicherheit

Bei Entscheidungen unter Unsicherheit kennt der Entscheider die möglichen Ergebnisse seiner Handlung, er kann ihnen aber keine Eintrittswahrscheinlichkeiten zuordnen. Diese Konstellation einer Entscheidungssituation wird, in klarer Abgrenzung zur Entscheidung unter Risiko, als Entscheidung unter »Unsicherheit im engeren Sinne« bezeichnet. Unsicherheitssituationen i.e.S. haben allerdings nur eine geringe praktische Bedeutung, da sich reale Entscheidungssituationen grundsätzlich besser durch Risikosituationen beschreiben lassen.³⁵⁸ In aller Regel verfügt der Entscheider aufgrund von Erfahrung über eine subjektive Erwartung hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeiten, sodass die meisten praktischen Entscheidungsprobleme als Entscheidungen unter Risiko betrachtet werden können.

3.1.2 Investitionsentscheidungen als Sonderfall der Entscheidungstheorie

Investitionsentscheidungen lassen sich mit Hilfe der Entscheidungstheorie analysieren. Allerdings lässt sich die präskriptive Entscheidungstheorie nicht direkt auf Investiti-

³⁵⁴ Vgl. Laux (2007, S.155ff.).

³⁵⁵ Vgl. Laux (2007, S.164ff.).

³⁵⁶ Darüber hinaus verstößt das Bernoulli-Prinzip nicht wie das (μ, σ) -Prinzip unter bestimmten Voraussetzungen gegen das Dominanzprinzip vgl. Schneeweiß (1967, S.61f.) oder Laux (2007, S.158ff.).

³⁵⁷ Vgl. Eisenführ et al. (2010, S.269ff.).

³⁵⁸ Für eine ausführliche Betrachtung der Entscheidungsregeln für Unsicherheitssituationen i.e.S., bietet sich die Darstellung in Laux (2007, S.105ff.) an.

onsentscheidungen anwenden.³⁵⁹ Im Wesentlichen können hierfür zwei Gründe angeführt werden: Erstens macht die Komplexität der Investitionsentscheidung eine vollständige Darstellung des Entscheidungsproblems mitsamt aller Handlungsalternativen, möglichen Umweltzuständen, Ergebnissen und subjektiven Eintrittswahrscheinlichkeiten praktisch unmöglich. Zweitens handelt es sich bei den Ergebnisgrößen von Investitionsentscheidungen in der Regel nicht um Einzelwerte, sondern um Einkommensströme, die sich nicht einfach mit Hilfe einer Entscheidungsmatrix vergleichen lassen. Der einzig entscheidungstheoretisch richtige Ansatz wäre, mit Hilfe des Bernoulli-Prinzips, den Einkommensströmen jeder Handlungsalternative einen Nutzenwert des Entscheiders zuzuordnen und auf Basis des Nutzenwertes die Investitionsentscheidung zu treffen. Dieses Vorgehen ist zwar prinzipiell möglich, in der Praxis aber nur schwer umzusetzen. Neben der Schwierigkeit, das Investitionsproblem vollständig darzulegen, müsste zusätzlich die individuelle Nutzenfunktion des jeweiligen Entscheiders bekannt sein bzw. ermittelt werden. Investitionsentscheidungen lassen sich sinnvoll nur dann normativ analysieren, wenn sie vereinfachend als ein- oder mehrperiodiges Entscheidungsproblem formuliert werden, bei dem der Entscheider jeweils den Kapitalwert der Einkommensströme einer oder verschiedener Handlungsalternativen als Entscheidungsgrundlage betrachtet.³⁶⁰ Das Teilgebiet der Entscheidungstheorie, welches sich mit der Frage befasst, wie unter diesen vereinfachenden Annahmen Investitionsentscheidungen getroffen werden sollten, wird als Investitionstheorie bezeichnet.

3.1.2.1 *Verhältnis von Risiko zu Rendite als Grundlage für die Investitionsentscheidung*

In der Investitionstheorie bildet das erwartete Verhältnis von Risiko und finanzieller Rendite einer Investition die Grundlage für die Investitionsentscheidungen.³⁶¹ Ein Investor sollte demnach nur dann eine Investition durchführen, wenn die erwartete Rendite in einem ausreichenden Verhältnis zu dem erwarteten Risiko steht. Um die Vorteilhaftigkeit einer Investition entsprechend zu bestimmen, stehen diverse Methoden zur Verfügung, von denen die beiden gängigsten die Kapitalwert-Methode und die interne Zinsfuß-Methode sind.³⁶²

Bei der *Kapitalwert-Methode* werden die erwarteten zukünftigen Zahlungen mit einer risikoadäquaten Rendite zu einem Barwert auf den Entscheidungszeitpunkt abgezinst.³⁶³ Übersteigt dieser ermittelte Barwert die Investitionskosten, so gilt die Investition für den Investor bei einer Einzelbetrachtung als vorteilhaft. Werden verschiedene sich gegeneinander ausschließende Investitionen betrachtet, so ist ceteris paribus diejenige mit dem höchsten Kapitalwert die relativ vorteilhafteste.

³⁵⁹ Vgl. Schmidt und Terberger (1997, S.298ff.)

³⁶⁰ Vgl. Götze (2008, 343ff.).

³⁶¹ Vgl. Brealey und Myers (1991, S.11ff.).

³⁶² Für eine Auflistung weiterer Methoden anhand derer Investitionsmöglichkeiten bewertet werden können, vgl. bspw. Franke und Hax (2009, S.166–188).

³⁶³ Vgl. Rolfes (2003, S.10), Brealey und Myers (1991, S.14).

Bei der *internen Zinsfuß-Methode* wird der sogenannte »interne Zinsfuß« ermittelt, unter dem der Barwert der zukünftigen Zahlungen einschließlich der Anfangsinvestition bezogen auf einen Zeitpunkt vor der Investition den Wert null hat.³⁶⁴ Übersteigt der ermittelte interne Zinsfuß einer Investition die erforderliche risikoadäquate Rendite, so gilt die Investition für den Investor bei einer Einzelbetrachtung als vorteilhaft. Die Anwendung der Zinsfuß-Methode auf Investitionsentscheidungen wird jedoch dadurch erschwert, dass sie unter Umständen zu nicht eindeutigen Ergebnissen führt.³⁶⁵

3.1.2.2 *Bestimmung der risikoadäquaten Rendite als zentrale Herausforderung der Investitionsentscheidung*

Bei der Anwendung beider Methoden besteht die Herausforderung für den Entscheider bzw. den Investor darin, die risikoadäquate Rendite zur Beurteilung der Investition zu ermitteln. Welches Risiko einer Investition zur Bestimmung der risikoadäquaten Rendite relevant ist, hängt entscheidend von dem Kontext ab, in dem die Investition getätigt wird. Handelt es sich aus Sicht des Investors um eine einmalige, einzelne Investition, so ist deren individuelles Risiko entscheidend für Bestimmung der erforderlichen Rendite. Ist der Investor jedoch in der Lage seine Investitionen über mehrere unterschiedliche Investitionsmöglichkeiten zu verteilen, verringert sich das individuelle Risiko aufgrund des auftretenden Diversifikationseffektes (vgl. Abbildung 14).³⁶⁶ Im Idealfall verbleibt allein das nicht diversifizierbare, systematische Risiko einer Investition, welches dann aus der Sicht des Investors die relevante Größe zur Bestimmung der erforderlichen Rendite ist. Die normative Theorie ist somit in der Lage zwei Aussagen für den Entscheider bzw. Investor zu treffen. Erstens, eine Investition ist vorteilhaft, wenn sie mindestens eine risikoadäquate Rendite erwarten lässt. Zweitens, das zur Bestimmung der Rendite relevante Risiko lässt sich bei entsprechender Gelegenheit zur Diversifikation auf das systematische Risiko einer Investition reduzieren. Wie hoch aber genau die Rendite sein soll, lässt sich aus diesen normativen Erklärungsansätzen nicht herleiten. Hierfür muss auf deskriptive Ansätze zurückgegriffen werden.

³⁶⁴ Vgl. Hax (1993, S.15), Brealey und Myers (1991, S.79).

³⁶⁵ Die Zinsfuß-Methode ergibt bei einem oder mehreren Vorzeichenwechseln der zukünftigen Zahlungsströme mehr als ein mathematisch richtiges Ergebnis. Vgl. Franke und Hax (2004, S.192).

³⁶⁶ Unter der Voraussetzung, dass die Renditen der Investitionsobjekte bzw. der Maßstab anhand dessen das Risiko gemessen wird nicht exakt korrelieren. Vgl. Brealey und Meyers (1991, S.143), Schmidt und Terberger (1997, S.312–332).

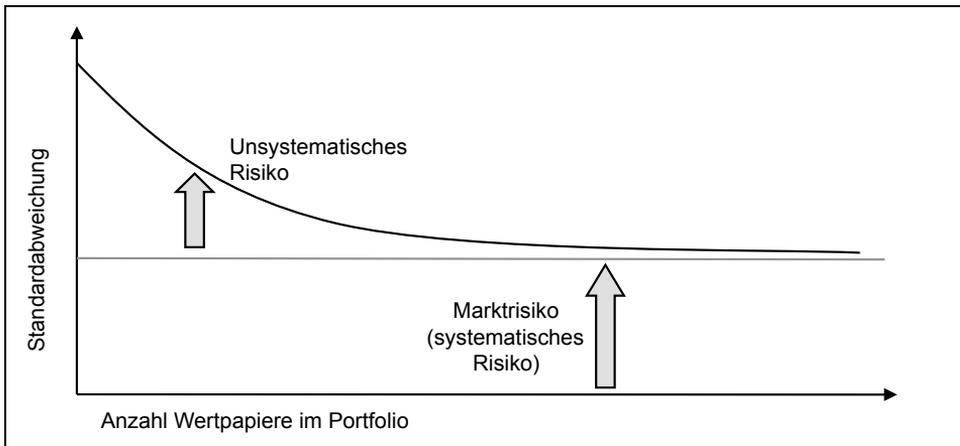


Abbildung 14: Abnehmendes Investitionsrisiko durch Diversifikationseffekt.³⁶⁷

3.1.2.3 Methodische Ansätze zur Bestimmung risikoadäquater Renditen

Einen solchen deskriptiven Ansatz zur Bestimmung einer risikoadäquaten Rendite stellt das sogenannte Capital-Asset-Pricing-Model (CAPM) dar.³⁶⁸ Das CAPM kann angewendet werden, wenn das Investitionsobjekt frei handelbar ist, wie bspw. die Aktie eines börsennotierten Unternehmens.³⁶⁹ Das CAPM unterstellt, dass jeder Investor alternativ bzw. parallel zu einer Investition immer auch die Möglichkeit hat, sein Kapital in risikofreie Anleihen oder ein vollständig diversifiziertes Marktportfolio bzw. eine Kombination aus beiden zu investieren. Das CAPM bestimmt, anhand der gemessenen, historischen Kovarianz des Wertpapiers mit dem Gesamtmarkt, die dem systematischen Risiko entsprechende adäquate Rendite.³⁷⁰ Die Anwendung des CAPMs setzt allerdings voraus, dass die Wertpapiere an einem vollkommenen Kapitalmarkt gehandelt werden. Dies bedeutet, dass unter anderem alle Marktteilnehmer gleichzeitig über alle Informationen verfügen, es also keine Informationsasymmetrien gibt, keine Transaktionskosten entstehen und Investitionen beliebig teilbar bzw. diversifizierbar sind.³⁷¹ Diese idealen Voraussetzungen werden selbst bei liquiden Aktienmärkten in der Praxis nicht erreicht. Für die Betrachtung von VC-Investitionen in junge Technologieunternehmen ist die Annahme eines vollkommenen Kapitalmarktes offensichtlich ungeeignet. Weder werden VC-Investments an liquiden Märkten frei gehandelt, noch sind

³⁶⁷ Durch den Diversifikationseffekt nimmt das Risiko einer Investition aus Sicht des Investors mit steigender Anzahl unterschiedlicher Investitionen ab. Eigene Darstellung in Anlehnung an Brealey und Meyers (1991, S.139).

³⁶⁸ Für eine ausführliche Einführung in das Capital Asset Pricing Model (CAPM) siehe bspw. Drukarczyk (1993, S.225ff.), Franke und Hax (2009, S.369ff.), Kruschwitz und Husmann (2010, S.171ff.).

³⁶⁹ Das CAPM lässt sich unter Einschränkung noch bei der Beurteilung von Unternehmen oder Unternehmensteilen anwenden, die über ein mit einem handelbaren Unternehmen vergleichbares Risikoprofil verfügen. Vgl. Drukarczyk (1993, S.288ff.).

³⁷⁰ Dabei wird implizit unterstellt, dass die historisch beobachtete Volatilität bzw. Kovarianz einer Aktie mit dem Gesamtmarkt auch zukünftig gilt.

³⁷¹ Vgl. Malkiel und Fama (1970, S.383ff.), Franke und Hax (2009, S.369–372), Schmidt und Terberger (1999, S.90–98).

Informationen über potentielle VC-Investitionen frei verfügbar, Transaktionskosten vernachlässigbar oder Investitionen beliebig teilbar.³⁷² Der VC-Investor kann daher weder das individuelle Kovarianzrisiko einer Investitionsmöglichkeit direkt bestimmen noch die spezifischen Risiken einer Investition beliebig diversifizieren. Die Voraussetzung zur Anwendung des CAPMs ist somit nicht gegeben.

Zu der Frage, wie sich die risikoadäquate Rendite einer Investition in nicht vollständigen, perfekten Investitionsmärkten bestimmen lässt, finden sich in der wissenschaftlichen Literatur einige alternative, deskriptive Ansätze.³⁷³ Diese sind allerdings deutlich weniger systematisch fundiert, als das CAPM oder basieren auf der subjektiven Beurteilung des Risikos durch die Investoren. In der Praxis haben sich diese alternativen Ansätze daher bisher nicht durchgesetzt.

Diese einführende Darstellung der präskriptiven und deskriptiven Entscheidungs- bzw. Investitionstheorie soll mit Blick auf das Ziel und die Wahl des deskriptiven Theorieansatzes für die vorliegende Studie genügen. Wie VC-Investoren in der Praxis tatsächlich Investitionsentscheidungen treffen und welche Einflussfaktoren dabei ihre Investitionsentscheidungen beeinflussen, wird im folgenden Abschnitt dargestellt.

3.1.3 *Investitionsentscheidungen von VC-Gesellschaften*

Investitionen in junge Technologieunternehmen lassen sich, entsprechend der in Abschnitt 3.1.1. dargelegten Kategorisierung von Entscheidungsproblemen, generell als Entscheidungen unter Risiko einordnen. Eine Vielzahl von Faktoren, die über den Erfolg oder Misserfolg von VC-Investitionen entscheiden, sind zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung für die Investoren noch nicht absehbar. Allerdings können die Investoren in der Regel aufgrund von Erfahrungswerten eine subjektive Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeiten für die möglichen Ergebniszustände vornehmen.³⁷⁴ Außerdem betreiben die VC-Gesellschaften vor einer Investitionsentscheidung eine intensive Prüfung der potentiellen Investitionsmöglichkeiten. Ziel ist es, die potentiellen Risiken und das Renditepotential des Beteiligungsunternehmens zu evaluieren und eine fundierte Investitionsentscheidung zu treffen.³⁷⁵

³⁷² Vgl. Manigard et al. (2002, S.293f.).

³⁷³ Cotner und Fletcher (2000, S.27ff.) und Ralph Palliam (2005, S.341ff.) versuchen anhand eines sogenannten analytischen Hierarchieprozesses, die subjektive Risikoeinschätzung des Investors in einem strukturierten Verfahren systematisch zu ermitteln. Hill und Stone (1980, S.595ff.), St-Pierre und Bahri (2006, S.546ff.) und Vos (1992, S.255ff.) ermitteln das Kovarianzrisiko eines nicht börsen-notierten Unternehmens, indem sie die Entwicklung der Eigenkapitalrenditen mit Hilfe der Buchwerte näherungsweise nachbilden. Kaplan und Peterson (1998, S.85ff.) und Bowman und Busch (2006, S.71ff.) schätzen das Kovarianzrisiko für nicht börsennotierte Unternehmen mit Hilfe vergleichbarer, börsennotierter Unternehmen ab.

³⁷⁴ Vgl. Sahlman (1990, S.483ff.).

³⁷⁵ Vgl. Abschnitt 3.1.6.2.

3.1.3.1 *Beurteilung von Risiko und Renditeanforderungen*

Welche Einflussfaktoren nachweislich die Attraktivität einer Investition aus Sicht der VC-Gesellschaften beeinflussen ist von zentraler Bedeutung für die vorliegende Arbeit. Sie bilden hier die Grundlage für die empirische Analyse der Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektors. Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen bzw. Entscheidungskriterien von VC-Gesellschaften im Allgemeinen stehen im Zentrum zahlreicher empirischer Studien.³⁷⁶

Allgemeine Studien:

Tyebjee und Bruno untersuchen in einer Studie, welche Bedeutung 23 verschiedene Kriterien bei der Beurteilung von Investitionsmöglichkeiten durch VC-Investoren haben.³⁷⁷ Sie fassen die 18 relevanten Beurteilungskriterien in 5 Kategorien zusammen. Zwei Kategorien, (1) die Attraktivität des Absatzmarktes, und (2) die Produktdifferenzierung, erweisen sich als wesentlich für das wahrgenommene Renditepotential der Investition. Zwei weitere Kategorien, (3) die Fähigkeiten des Managements, und (4) der Schutz vor nicht kontrollierbaren externe Risiken, beeinflussen das wahrgenommene Risiko einer Investition. Die fünfte Kategorie, (5) das Potential, das Investment zu einem geeigneten Zeitpunkt zu monetisieren, hatte hingegen keinen nachweislichen Einfluss auf das von den VC-Investoren wahrgenommene Risiko-Rendite-Verhältnis. Tyebjee und Bruno zeigen außerdem, dass das von den VC-Investoren wahrgenommene Risiko-Rendite-Verhältnis maßgeblich die Investitionsentscheidung der VC-Investoren beeinflusst.

In einer anderen Studie untersuchen Ruhnka und Young, wie VC-Investoren das Risiko-Rendite-Verhältnis von Investitionen beurteilen. Sie identifizieren 37 Risikokomponenten, die von VC-Investoren bei ihrer Entscheidung betrachtet werden und kategorisieren diese entsprechend ihrer Herkunft nach internen oder externen Risiken für den Unternehmenserfolg.³⁷⁸ Die Risiken werden fünf Entwicklungsstadien der Beteiligungsunternehmen zugeordnet, die von der Gründungsphase bis zum Ausstieg des VC-Investors reichen.³⁷⁹ Ruhnka und Young zeigen, dass das von den VC-Investoren wahrgenommene Risiko mit zunehmendem Reifegrad des Unternehmens sinkt und die VC-Investoren entsprechend auch ihre Renditeerwartungen reduzieren.³⁸⁰ Dabei sind es in erster Linie die internen Risiken, wie bspw. die erfolgreiche Technologieentwicklung oder die Fähigkeit des Managements, das Unternehmen erfolgreich zu

³⁷⁶ Vgl. Tyebjee und Bruno (1984, S.1051ff.) MacMillan et al. (1985, S.119ff.) (1987, S.123ff.), Ruhnka und Young (1991, S.115ff.) Hall und Hofer (1993, S.25ff.) Fried und Hisrich (1994, S.28ff.) Wüstenhagen und Teppo (2004, S.63ff.). Eine zusammenfassende Darstellung der Studien erfolgt in Tabelle 3.

³⁷⁷ Vgl. Tyebjee und Bruno (1984, S.1051ff.).

³⁷⁸ Vgl. Ruhnka und Young (1987, S.167ff.), (1991, S.115ff.).

³⁷⁹ Der Ausstieg des VC-Investors als letzter Abschnitt der Frühphasenfinanzierung durch VC-Investoren, markiert dabei lediglich den Übergang zu traditionellen Finanzierungsformen, wie bspw. die Kapitalaufnahme über öffentliche Kapitalmärkte und Banken, oder die Einbindung in etablierte Unternehmen mittels Verkauf an einen strategischen Investor.

³⁸⁰ Vgl. Ruhnka und Young (1991, S.121ff.).

leiten, die mit fortschreitender Unternehmensentwicklung abnehmen. Die Ergebnisse zeigen, dass Risikowahrnehmung und Renditeerwartung bei den Investoren positiv korrelieren. Entsprechend werden die von den VC-Investoren als hoch wahrgenommenen Risiken in frühen Unternehmensphasen nur dann eingegangen, wenn von dem Investment eine entsprechend hohe Rendite erwartet werden kann.

MacMillan et al. untersuchen, welche Entscheidungskriterien der VC-Investoren sich tatsächlich für die Beurteilung von Investitionsmöglichkeiten eignen.³⁸¹ Sie differenzieren bei der Betrachtung zwischen für den Investorfolg notwendigen und hinreichenden Einflussfaktoren. Dabei zeigen sie, dass nur zwei Faktoren auch tatsächlich hinreichend für den Erfolg von Beteiligungen sind, und zwar die Isolierung vom Wettbewerb (ein geringes Wettbewerbsrisiko) und der Grad der nachgewiesenen Marktakzeptanz (ein geringes Vermarktungsrisiko). Andere Einflussfaktoren wie beispielsweise ein kompetentes Managementteam sind danach zwar ebenfalls notwendig, aber eben nicht hinreichend für den operativen Erfolg von Start-up-Unternehmen.

Manigart et al. betrachten die Renditeanforderungen von VC-Investoren bei Investitionen in junge Technologieunternehmen.³⁸² Sie bestätigen die Erkenntnisse von Ruhnka und Young, dass VC-Investoren signifikant höhere Renditen für Investitionen in frühe Beteiligungsphasen verlangen als für Investitionen in spätere Unternehmensphasen.³⁸³ Sie zeigen aber auch, dass nicht allein das finanzielle Renditepotential die Investitionsentscheidung bestimmt. Öffentlich geförderte und CVC-Investoren haben in ihrer Untersuchung signifikant niedrigere Renditeanforderungen als unabhängige VC-Investoren.³⁸⁴ Manigart et al. erklären dies mit nicht-finanziellen Renditeaspekten, wie bspw. industriepolitischen oder strategischen Zielen, die bei einer Beteiligung an jungen Technologieunternehmen verfolgt werden.³⁸⁵ In diesem Fall können Investitionen ceteris paribus auch bei einer niedrigeren finanziellen Rendite für VC-Investoren attraktiv sein.³⁸⁶

Norton und Tenenbaum untersuchen, inwieweit VC-Investoren versuchen, das Risiko von VC-Investitionen durch Diversifikation zu verringern und so die Renditeanforderungen an die einzelne Investition zu reduzieren.³⁸⁷ Ihre Ergebnisse zeigen, dass VC-Investoren es in der Praxis bevorzugen, sich bei ihren Investitionen auf einen oder wenige Industrie-Sektoren zu beschränken, anstatt das zur Verfügung stehende Kapital über möglichst viele Sektoren zu verteilen. Sie erklären dieses Ergebnis mit den Kosten für die Informationsbeschaffung in den relativ intransparenten und ineffizienten VC-Märkten.³⁸⁸ Demnach ist es für den Investor sehr zeitaufwendig und kostspielig,

³⁸¹ Vgl. MacMillan et al. (1987, S.123ff.).

³⁸² Vgl. Manigart et al. (2002, S.291ff.).

³⁸³ Vgl. Ruhnka und Young (1991, S.121ff.).

³⁸⁴ Für eine Kategorisierung nach Typ der VC-Gesellschaft vgl. Abschnitt 3.1.3.

³⁸⁵ Vgl. Manigart et al. (2002, S.297).

³⁸⁶ Ähnlich Ergebnisse zu unterschiedlichen Renditeanforderungen finden sich auch in einer Marktbefragung deutscher VC-Investoren durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau. Vgl. KfW (2003, S.29ff.).

³⁸⁷ Vgl. Norton und Tenenbaum (1993, S.431ff.) sowie die Ausführungen in Abschnitt 3.3.2.2.

³⁸⁸ Vgl. hierzu auch Bygrave (1987, S.139ff.), (1988, S.137ff.).

Zugang zu nicht öffentlichen Informationen zu erhalten, die als Grundlage für eine fundierte Investitionsentscheidung erforderlich sind. Die Informationen lassen sich praktisch nur mittels eigener Investitionserfahrung und Expertennetzwerken in dem jeweiligen Sektor beschaffen. Dem Vorteil einer breiten Diversifikation von Investitionen über verschiedene Sektoren hinweg, stehen somit die Kosten für die Beschaffung der erforderlichen Informationen gegenüber. Die Renditeerwartung der VC-Investoren muss somit höher sein, als es bei einer perfekten Diversifikation der Investitionen erforderlich wäre.

Kanniainen und Keuschnigg weisen auf einen weiteren Aspekt hin, der die Möglichkeit zur Diversifikation für VC-Investoren einschränkt.³⁸⁹ VC-Investoren unterstützen das Management ihrer Beteiligungsunternehmen in der Regel aktiv bei der strategischen und operativen Umsetzung der Unternehmensziele. In Anbetracht ihrer begrenzten Zeit können die VC-Investoren die Anzahl der Beteiligungsunternehmen nicht unbegrenzt ausweiten, ohne die Betreuung der einzelnen Unternehmen zu vernachlässigen.

Clercq und Dimov argumentieren, dass den VC-Investoren die Vorteile der Diversifikation dennoch sehr wohl bewusst sind. Sie sehen die weitverbreitete Praxis, Investitionen zu syndizieren, also eine Investition unter mehreren VC-Investoren aufzuteilen, als deutlichen Hinweis auf eine aktive Risikodiversifikation, trotz der oben beschriebenen Einschränkungen.³⁹⁰

Diese allgemein gehaltenen Studien zeigen, dass VC-Investoren vor einer Investitionsentscheidung eine genaue Abwägung von Risiken und Renditepotentialen vornehmen und die Erkenntnisse in ihre Investitionsentscheidung einbeziehen. Dabei verhalten sie sich insofern risikoavers, als das höhere Risiken nur dann eingegangen werden, wenn gleichzeitig eine höhere Rendite zu erwarten ist. Da der VC-Markt kein effizienter vollkommener Markt ist, verfügen VC-Investoren nur eingeschränkt über die Möglichkeit, spezifische Risiken einzelner Investitionen effizient zu diversifizieren. Entsprechend müssen sie höhere Renditeanforderungen an Investitionen stellen, als dies bei Investitionen in börsennotierte Unternehmen der Fall wäre. Den VC-Investoren stehen aber auch eine Reihe von Strukturierungsoptionen zur Verfügung, mit deren Hilfe sie das Risikoprofil einer Investition entsprechend ihrer Präferenz anpassen können.³⁹¹

Studien zum Erneuerbare-Energien-Sektor:

Im Gegensatz zu den allgemein gehaltenen Studien untersuchen Kasemir et al. sowie Wüstenhagen und Teppo, welche Auswahlkriterien VC-Investoren speziell bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor berücksichtigen.³⁹²

³⁸⁹ Vgl. Kanniainen und Keuschnigg (2003, S.521).

³⁹⁰ Vgl. Clercq und Dimov (2004, S.243ff.).

³⁹¹ Vgl. Abschnitt 3.1.6.2.

³⁹² Vgl. Kasemir et al. (2000, S.891ff.), Wüstenhagen und Teppo (2006, S.63ff.).

Kasemir et al. identifizieren in einem zweistufigen Verfahren mit Hilfe von Diskussionsrunden und qualitativen Interviews die Hemmnisse, die Investitionen in Technologieunternehmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor erschweren.³⁹³ An dieser sogenannten »Policy Exercise«-Methode nahmen Vertreter von VC-Gesellschaften, Technologieunternehmen und den relevanten Fachbereichen der Europäischen Kommission teil. Mit Blick auf die Produkt- und Technologieentwicklung wurden als Investitionshemmnisse eine hohe Kapitalintensität bei der Produktentwicklung, vergleichsweise lange Innovationszeiträume und die aus Konsumentensicht teils unklaren Vorteile neuer Technologien gegenüber etablierten Technologien identifiziert. Mit Blick auf das Marktumfeld sind es die Marktdominanz weniger großer Marktteilnehmer und die Heterogenität des europäischen Energiemarktes, die das Investitionsumfeld relativ unattraktiv machen.

Wüstenhagen und Teppo analysieren das Risiko-Rendite-Verhältnis des Erneuerbare-Energien-Sektors, in dem sie fünf Risikokategorien auf der Basis bisheriger allgemeiner Studien identifizieren und diese mit Hilfe qualitativer Experteninterviews für den Erneuerbare-Energien-Sektor analysieren.³⁹⁴ Dies sind: (1) das Marktakzeptanzrisiko, dass sich neue Produkte am Markt, d.h. beim Endkunden durchsetzen, (2) das Technologierisiko, dass bei Technologieentwicklungen die erwarteten Leistungsmerkmale am Ende der Entwicklung auch erreicht werden können, (3) das personenbezogene Risiko, dass sich genügend erfahrene Manager und Ingenieure finden lassen, die junge Technologieunternehmen erfolgreich entwickeln können, (4) das regulatorische Risiko, dass rechtliche Bestimmungen wie Marktregulierung oder Subventionen bzw. unvorhersehbare Änderungen von diesen ein tragfähiges Geschäftsmodell verhindern, und (5) das Exit-Risiko, dass Beteiligungen nach erfolgreicher Entwicklung auch zu attraktiven Preisen veräußert werden können. Wüstenhagen und Teppo finden in ihren Interviews Bestätigungen dafür, dass diese fünf sektorspezifischen Risiken von den VC-Investoren wahrgenommen und bei der Investitionsentscheidung berücksichtigt werden. Sie sehen die Existenz der sektorspezifischen Risiken aber nicht als eine ausreichende Erklärung für die geringe Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften an, da ihrer Analyse nach den Risiken ein zumindest teilweise sehr attraktives Renditepotential gegenübersteht.³⁹⁵

Die Studien von Kasemir et al. und Wüstenhagen und Teppo zeigen, dass sich sektorspezifische Einflussfaktoren identifizieren lassen, die speziell die Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektors beeinflussen können. Die Ergebnisse aller Studien werden nachfolgend übersichtshalber noch einmal tabellarisch zusammengefasst (vgl. Tabelle 3).

³⁹³ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.893ff.).

³⁹⁴ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.63ff.).

³⁹⁵ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.78ff.).

| Autor | Teilnehmer der Studie | Erhebungsmethodik | Untersuchungsgegenstand | Zentrale Erkenntnisse |
|------------------------------|---|-------------------------------|--|--|
| Allgemeine Studien | | | | |
| Tybjee und Bruno (1984) | 41 US Venture Capital-Gesellschaften | Strukturierter Fragebogen | 23 Entscheidungskriterien für VC-Investitionen zusammengefasst in fünf Kategorien: (1) Attraktivität des Absatzmarktes (2) Produktdifferenzierung (3) Management (4) Schutz vor externen Risiken (5) Monetisierungspotential | Entscheidungskriterien beeinflussen das wahrgenommene Risiko-Rendite-Verhältnis und die Investitionsentscheidung. |
| Ruhnka und Young (1987/1991) | 73 US Venture Capital-Gesellschaften | Fragebogen mit offenen Fragen | 37 Risiken innerhalb der fünf Entwicklungsphasen (z.T. inhaltlich ähnlich), unterteilt in 2 Kategorien: (1) Interne (z.B.: Entwicklung Prototyp/Produkt, Mgmt.-fähigkeit der Gründer, Zugang zu Finanzierung) (2) Externe (z.B.: Entwicklung Absatzmarkt/ Wettbewerb, technologischer Fortschritt, Kapitalmarktumfeld) | Risiko nimmt mit Entwicklung des Unternehmens ab. Risiko und Renditeerwartung korrelieren positiv. |
| MacMillan et al. (1985/1987) | 102/67 US Venture Capital-Gesellschaften | Strukturierter Fragebogen | 24 Entscheidungskriterien für VC-Investitionen zusammengefasst in vier Kategorien: (1) Merkmale des Managementteams (2) Merkmale des Produktes (3) Merkmale des Marktes (4) Finanzielle Merkmale | Für den unternehmerischen Erfolg sind notwendige und hinreichende Kriterien zu unterscheiden. |
| Norton und Tenenbaum (1993) | 98 US Venture Capital-Gesellschaften | Strukturierter Fragebogen | Investmentverhalten von VC-Gesellschaften hinsichtlich Spezialisierung/ Diversifikation entlang zweier Kategorien: (1) Industriesektor (2) Investmentphase der Beteiligungsunternehmen | Spezialisierung auf eine begrenzte Anzahl von Sektoren bzw. Finanzierungsphasen werden einer breiten Diversifizierung gegenüber bevorzugt. |
| Manigart et al. (2002) | 209 US und europäische Venture Capital-Gesellschaften | Strukturierter Fragebogen | Einflussgrößen die die Renditeerwartung der VC-Gesellschaften beeinflussen: (1) Spezialisierung (2) Managementunterstützung (3) VC-Typ (4) Anlagehorizont | Bestimmte Einflussgrößen führen zu unterschiedlichen Renditeanforderungen der VC-Investoren an ihre Investitionen. |

| Autor | Teilnehmer der Studie | Erhebungsmethodik | Untersuchungsgegenstand | Zentrale Erkenntnisse |
|---|---|---|--|--|
| Allgemeine Studien (Fortsetzung) | | | | |
| Kanniainen und Keuschnigg (2003) | Theoretisches Modell | | Einfluss der Portfoliogröße auf die Portfoliorendite: (1) Anzahl der Portfoliounternehmen (2) Betreuungsaufwand für den VC-Investor | Die Vorteile einer besseren Diversifikation müssen gegen den Nachteil eines geringeren Betreuungsaufwands pro Investition abgewogen werden. |
| Clercq und Dimov (2004) | 200 Venture Capital-Gesellschaften mit zusammen 15.174 Finanzierungsrunden | Auswertung verfügbarer Daten | Syndizierungsgrad und Spezialisierung der VC-Investoren: (1) Syndizierung (2) Investmentfokus auf Industriesektoren oder Investmentphasen | VC-Investoren nutzen Syndizierung als Mittel zur Risikodiversifizierung. |
| Studien zum Erneuerbare-Energien-Sektor | | | | |
| Kasemir et al. (2000) | Europäische Venture Capital-Gesellschaften, Start-up Unternehmen, Vertreter der EU-Kommission | »Policy Exercise«-Methode mit Diskussionsrunden und qualitativen Interviews | Investitionshemmnisse für VC-Investoren im Erneuerbare-Energien-Sektor und mögliche politische bzw regulatorische Maßnahmen zur Verbesserung des Investitionsumfelds | Sektorspezifische Risiken bestehen bzw. behindern die Investitionstätigkeit im erneuerbare Energien-Sektor insbesondere bei jungen VC-Gesellschaften die noch nicht am Markt etabliert sind. |
| Wüstenhagen und Teppo (2006) | 49 europäische Venture Capital-Gesellschaften | Qualitative Interviews/strukturierter Fragebogen (2-stufige Erhebung mit unterschiedlichen Teilnehmern 23/26) | Risiken und Renditepotentiale für VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor | Sektorspezifische Risiken bestehen. Allerdings lassen sich z.T. auch hohe Renditen erzielen, sodass ein mangelhaftes Risiko-Rendite-Verhältnis nicht schlüssig belegt werden kann. |

Tabelle 3: Tabellarische Übersicht der empirischen Studien zu den Entscheidungskriterien von VC-Gesellschaften.

3.1.3.2 Kategorisierung von Einflussfaktoren

Die meisten der im vorigen Abschnitt betrachteten Studien fassen die verschiedenen identifizierten Einflussfaktoren auf VC-Investitionsentscheidungen zu inhaltlich zusammenhängenden Kategorien zusammen. Eine darüber hinausgehende Systematisierung wird nur vorgenommen, wenn dies den individuellen Erkenntniszielen der Studie dient. Die Zielsetzung der vorliegenden Studie ist es, ähnlich wie bei Kasemir et al. und Wüstenhagen und Teppo, die Investitionsentscheidungen von VC-Investoren bei jungen Technologiefirmen ausschließlich im Erneuerbare-Energien-Sektor zu untersuchen.³⁹⁶ In einem ersten Schritt werden daher die in den unterschiedlichen Studien identifizierten potentiellen Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen danach kategorisiert, ob sie sinnvoll sektorspezifisch differenziert werden können oder nicht. In einem zweiten Schritt werden die sektorspezifischen Einflussfaktoren für die weitere Untersuchung zu inhaltlich zusammenhängenden Risiko- und Renditekategorien zusammengefasst.

Als Ausgangsbasis für eine Systematisierung bietet sich die von Ruhnka und Young verwendete Kategorisierung von Risiken in unternehmensspezifische (interne) und umfeldbezogene (externe) Risiken an. Sektorspezifische Einflussfaktoren können der Gruppe der »externen Risiken« zugeordnet werden, müssen hier aber noch von den für den gesamten VC-Markt allgemein geltenden, nicht-sektorspezifischen Einflussfaktoren abgegrenzt werden. Hierfür bietet sich eine dreiteilige Segmentierung in (1) unternehmensspezifische, (2) sektorspezifische und (3) VC-Markt-spezifische Einflussfaktoren an. Wie die Einflussfaktoren entsprechend dieser Dreiteilung gruppiert werden können, wird nachfolgend kurz dargelegt. Die zweite Gruppe, sektorspezifische Einflussfaktoren, bildet dann die Grundlage für die weitere Untersuchung.

Unternehmensspezifische Einflussfaktoren

Unternehmensspezifische Einflussfaktoren lassen sich auf der Ebene des individuellen Beteiligungunternehmens differenzieren. Sie können den von Ruhnka und Young als »intern« bezeichneten Risiken zugeordnet werden, die sich ganz allgemein auf Aspekte des Managements oder des Produktes bzw. auf den Service des Unternehmens beziehen.³⁹⁷ Diese Einflussfaktoren befinden sich prinzipiell im Kontrollbereich des Unternehmens bzw. des VC-Investors. Beispiele für unternehmensspezifische Einflussfaktoren auf die Attraktivität einer Investition, die sich aus den im vorigen Abschnitt vorgestellten Studien ableiten lassen, sind die Kompetenz und Erfahrung des Managements, die technische Realisierbarkeit oder die Wettbewerbsfähigkeit des Produktes.

³⁹⁶ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.891ff.) und Wüstenhagen und Teppo (2006, S.63ff.).

³⁹⁷ Vgl. Ruhnka und Young (1987, S.172ff.), (1991, S.125–127).

Sektorspezifische Einflussfaktoren

Sektor- oder Industriespezifische Einflussfaktoren beeinflussen prinzipiell alle Unternehmen in einem Sektor bzw. in einer Industrie. Sie unterliegen somit nicht der Kontrolle einzelner Unternehmen oder VC-Investoren und erstrecken sich nicht über den gesamten Markt für VC-Beteiligungen. Beispiele für sektorspezifische Einflussfaktoren sind die allgemeine technologische Entwicklung, das Markt- und Wettbewerbsumfeld oder die gesetzlichen Regulierung eines Technologiesektors. In der Studie von Ruhnka und Young lassen sich die Attraktivität des Absatzmarktes, das Wettbewerbsumfeld und der technologische Wettbewerb als sektorspezifische Einflussfaktoren identifizieren.³⁹⁸ Wüstenhagen und Teppo fügen in ihrer Studie unter anderem noch das regulatorische Risiko als eine sektorspezifische Einflussgröße hinzu.³⁹⁹ Für ihre Vermutung, dass auch personenbezogene Risiken einen sektorspezifischen Aspekt aufweisen können, finden sich in ihren Untersuchungsergebnissen keine Hinweise. Einen wesentlichen Einfluss auf die Verfügbarkeit von kompetenten Managern und Ingenieuren scheinen vielmehr allgemein die geringe Historie einer Industrie sowie länderspezifische kulturelle Unterschiede zu haben. Das von Wüstenhagen und Teppo außerdem untersuchte Ausstiegs-Risiko (Exit Risk) bezieht sich seinem Ursprung nach eher auf den allgemeinen Marktzyklus für Beteiligungstransaktionen. Dieser betrifft in der Regel den gesamten VC- bzw. Private Equity-Markt und hängt hauptsächlich vom allgemeinen Marktumfeld des Aktienmarktes sowie anderen makroökonomischen Faktoren ab.⁴⁰⁰ Das Exit-Risiko wird im Rahmen dieser Untersuchung daher nicht als sektorspezifischer, sondern als VC-Markt-spezifischer Einflussfaktor eingeordnet.

In den bestehenden Studien wurden bisher allein sektorspezifischen Risiken als Einflussfaktoren auf die Attraktivität von Investitionen untersucht. Diese Betrachtungsweise lässt allerdings außer Acht, dass es auch sektorspezifische Einflussfaktoren gibt, welche die zweite Komponente der Entscheidungsgrundlage, das Renditepotential, beeinflussen. Gerade im Erneuerbare-Energien-Sektor finden sich mit seinen zahlreichen Marktanreizprogrammen sektorspezifische Einflussfaktoren, die bei einer Betrachtung der Attraktivität von VC-Investitionen in diesem Sektor ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

VC-Markt-spezifische Einflussfaktoren

VC-Markt-spezifische Einflussfaktoren zeichnen sich dadurch aus, dass sie über Industrien und Märkte hinweg die Attraktivität aller Unternehmen in einem regionalen, nationalen oder internationalen Kontext beeinflussen. Sie umfassen insbesondere das für die Monetisierung von Beteiligungen wichtige allgemeine Kapitalmarktumfeld

³⁹⁸ Vgl. die von Ruhnka und Young als »external« bezeichneten Risikofaktoren (1991, S.122).

³⁹⁹ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.74ff.).

⁴⁰⁰ Vgl. Gompers und Lerner (1998, S.149ff.), Lerner (2002a, S.25ff.), Giot und Schwienbacher (2007, S.679ff.).

sowie das allgemeine rechtliche, steuerliche und regulatorische Umfeld, in dem VC-Investitionen stattfinden.

Die hier gewählte Segmentierung der Einflussfaktoren in drei unterschiedliche Ebenen hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Je nach Erkenntnisinteresse und Untersuchungsgegenstand sind weitere oder andere Segmente als Grundlage für eine strukturierte Betrachtung der Attraktivität von Investitionen auf Grundlage des Risiko-Rendite-Verhältnisses denkbar. Betrachtet man die einzelnen Einflussfaktoren genauer, so stellt man fest, dass sie, je nach Definition und Abgrenzung, eine Reihe unterschiedlicher Aspekte reflektieren und in der Regel gleichzeitig sowohl das Risiko als auch das Renditepotential einer Investition beeinflussen. Tabelle 4 fasst die Einflussfaktoren entsprechend der vorgeschlagenen Segmentierung zusammen und weist verschiedene inhaltliche Komponenten aus, die den Einflussfaktoren zugeordnet werden können. Auf Grundlage der Tabelle erfolgt im nächsten Abschnitt die Auswahl, Definition und Abgrenzung der in dieser Studie zu untersuchenden Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Dabei werden, mit Blick auf die inhaltliche Komplexität der Einflussfaktoren und die praktischen Erfordernisse einer empirischen Untersuchung, die einzelnen Aspekte vereinfachend in vier übergeordnete sektorspezifische Risiko- und Renditefaktoren zusammengefasst.

| Einflussfaktoren auf Risiken und Renditepotentiale (Risiko- und Renditefaktoren) | | Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen | |
|---|--------------------------------|--|---|
| Unternehmensspezifische Einflussfaktoren | | | |
| Merkmale | Kategorie | Risiken | Renditepotentiale |
| Managementenerfahrung Motivation Diversität Governance Set-up | Management Set-up | <i>Managementrisiko:</i> Das Management ist nicht in der Lage, das Unternehmen erfolgreich zu leiten und die unternehmerischen Ziele zu erreichen. | <i>Operative Effizienz:</i> Die unternehmerischen Ziele werden mit den vorhandenen Ressourcen (Zeit/Kapital) erreicht |
| Innovationsgrad Qualität Produktions- und Entwicklungskosten | Beschaffenheit des Produkts | <i>Entwicklungsrisiko:</i> Bei der Entwicklung werden die technologischen und kommerziellen Ziele nicht erreicht, sodass das Produkt nicht wettbewerbsfähig ist. | <i>Profitabilität:</i> Mehrwert des Produkts für Kunden gegenüber bestehenden Produkten oder Technologien. Herstellungsaufwand/ Produktionskosten/ Skalierbarkeit. |
| Sektorspezifische Einflussfaktoren | | | |
| Merkmale | Kategorie | Risiken | Renditepotentiale |
| Kapitalintensität Skalierbarkeit Innovationspotential Innovationsdynamik | Beschaffenheit der Technologie | <i>Technologierisiko:</i> Die Technologie erfüllt nicht die Erwartungen hinsichtlich technischer und kommerzieller Aspekte und kann sich im Wettbewerb mit anderen technologischen Konzepten nicht durchsetzen. | <i>Entwicklungsaufwand:</i> Kapitalintensität und Dauer der Technologieentwicklung. <i>Profitabilität:</i> Skalierbarkeit ermöglicht die Ausweitung der Produktion bei gleichbleibenden Fixkosten. |
| Marktgröße Profitabilität des Absatzmarktes Verfügbarkeit Komponenten Wettbewerbsintensität Markteintrittsbarrieren | Markt- und Wettbewerbsumfeld | <i>Absatzmarktrisiko:</i> Unzureichende Absatzmarktgröße, geringer realisierbarer Marktanteil, geringes oder schwankendes Marktwachstum erhöhen das wirtschaftliche Risiko. <i>Marktakzeptanzrisiko:</i> Mangelnde oder langsame Akzeptanz neuer Technologien erhöhen das wirtschaftliche Risiko. <i>Beschaffungsmarktrisiko:</i> Der Zugang zu erforderlichen Materialien und Komponenten ist aufgrund limitierter Verfügbarkeit/begrenztem Anbieterwettbewerb eingeschränkt/unwirtschaftlich. | <i>Marktpotential:</i> Kommerzielles Potential des Marktsegments. <i>Profitabilität:</i> Wirtschaftlicher Zugang zu Materialien und Komponenten. |

| Einflussfaktoren auf Risiken und Renditepotentiale (Risiko- und Renditefaktoren) | | Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen | |
|---|---|--|---|
| Sektorspezifische Einflussfaktoren (Fortsetzung) | | | |
| Merkmale | Kategorie | Risiken | Renditepotentiale |
| | Markt- und Wettbewerbsumfeld (Fortsetzung) | <p><i>Markteintrittsrisiko:</i> Der Markteintritt ist für neue Marktteilnehmer aufgrund von Eintrittsbarrieren erschwert/eingeschränkt (z.B. Notwendigkeit von Vertriebspartnern, After-Sales Service, Reputation/Marken-bekanntheit; etablierte Marktteilnehmer werden favorisiert).</p> <p><i>Wettbewerbsrisiko:</i> Die Wettbewerbsintensität ist hoch, Wettbewerb findet über Preis anstatt Qualität statt, es herrscht ein homogenes Marktumfeld mit nur wenigen attraktiven Marktnischen/-segmenten.</p> | <p><i>Markterschließungsaufwand:</i> Finanzieller und zeitlicher Aufwand neue Produkte in einen Markt einzuführen.</p> <p><i>Profitabilität:</i> Nachhaltig erzielbare Gewinnmargen im bestehenden Wettbewerbsumfeld.</p> |
| Öffentlichen Förderung Regulierung Marktzugang Vorschriften zum Einsatz von Technologien | Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen | <p><i>Regulatorisches Risiko:</i> Gesetzliche Restriktionen für den Einsatz neuer Technologien (z.B. Sicherheitsvorschriften, Emissionsgrenzwerte, technische Mindestanforderungen) erschweren die Entwicklung und Kommerzialisierung neuer Technologien. Änderungen des regulatorischen Umfeldes können die Einsetzbarkeit der Technologien verzögern oder ganz verhindern.</p> <p><i>Änderungen des Förderumfeldes:</i> Die finanzielle Förderung neuer Technologien durch Entwicklungs- und Investitionszuschüsse, garantierte Abnahmemengen oder subventionierte Abnahmepreise wird unerwartet angepasst, sodass sich die Kalkulationsgrundlage für die betroffenen Technologieunternehmen ändern.</p> | <p>--</p> <p><i>Profitabilität:</i> Umfang und Vorhersehbarkeit der Förderung wirkt sich auf Gewinnmargen und Finanzierungskosten aus.</p> |

| Einflussfaktoren auf Risiken und Renditepotentiale (Risiko- und Renditefaktoren) | | Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen | |
|--|--------------------|---|--|
| VC-Markt-spezifische Einflussfaktoren | | | |
| Merkmale | Kategorie | Risiken | Renditepotentiale |
| Allgemeine Aktienmarktentwicklung Volatilität am Aktienmarkt Bewertungsniveau IPO-Aktienkursentwicklung nach der Markteinführung | Kapitalmarktumfeld | <i>Exit Risiko:</i> Die Möglichkeit, ein Investment via Börsengang (IPO) oder Verkauf (Trade Sale) zu monetarisieren, und die dabei erzielbaren Konditionen hängen zu einem wesentlichen Anteil vom allgemeinen Kapitalmarktumfeld ab. Dieses unterliegt, insbesondere bezogen auf IPOs, gewissen Zyklen, sodass je nach Marktlage die Möglichkeit zur Monetarisierung eingeschränkt ist. | <i>Renditepotential:</i> Die Unternehmensbewertung im Exit-Zeitpunkt sowie die Dauer des Investitionszeitraums beeinflussen maßgeblich die Rendite der VC-Investoren. |
| Kapitalverfügbarkeit Wettbewerb der VC-Gesellschaften Risikoappetit der Kapitalgeber Rechtliche und steuerliche Rahmenbedingungen | VC-Marktumfeld | <i>Finanzierungsrisiko:</i> Die Verfügbarkeit von Venture Capital zur Finanzierung von jungen Technologieunternehmen hängt unter anderem davon ab, ob VC-Investoren von ihren Investoren genügend Kapital zur Verfügung gestellt wird. Diese Bereitschaft unterliegt in der Praxis deutlichen Schwankungen, wobei die allgemeine Bereitschaft, Risiken einzugehen, ein ausschlaggebender Faktor für die Allokation von Kapital an VC-Investoren ist. | <i>Renditepotential:</i> Eine hohe Verfügbarkeit von Venture Capital führt aus Sicht des VC-Investors zu einem erhöhten Wettbewerb um attraktive Investitionsmöglichkeiten und zu steigenden Preisen für Beteiligungen. Dies führt tendenziell zu niedrigeren Renditen. |
| | | -- | <i>Renditepotential:</i> Die steuerliche Behandlung von VC-Investitionen beeinflusst die Renditeanforderungen der VC-Investoren, die ihren Kapitalgebern eine bestimmte Nachsteuerrendite für das eingesetzte Kapital in Aussicht stellen müssen. |

Tabelle 4: Kategorisierung der Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis von VC-Investitionen.

Zusammenführung der sektorspezifischen Einflussfaktoren

Als Grundlage für die weiteren Untersuchungen dieser Arbeit werden die im vorigen Abschnitt identifizierten sektorspezifischen Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen zu vier inhaltlich zusammenhängenden Risiko- bzw. Renditekategorien zusammengefasst. Dies sind (1) das Technologierisiko, (2) das Marktrisiko, (3) das regulatorische Risiko und (4) das finanzielle Renditepotential einer Investition. Diese vier sektorspezifischen Einflussfaktoren stellen jeder für sich ein relativ komplexes Konstrukt dar, da sie sich aus einer Reihe unterschiedlicher Komponenten zusammensetzen und aus einer Vielzahl von Risiko- und Renditefaktoren hervorgehen. Für ein einheitliches Verständnis ist es notwendig, die vier sektorspezifischen Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen an dieser Stelle kurz zu definieren:

Das *Technologierisiko* umfasst diejenigen Risiken, die sich aus den Unsicherheiten der Entwicklung einer neuen Technologie ergeben. Es beschreibt das Risiko, dass eine neue Technologie möglicherweise nicht die an sie gestellten Erwartungen hinsichtlich technischer Leistungsmerkmale erfüllt oder sich nicht im Wettbewerb mit anderen technologischen Konzepten erfolgreich am Markt durchsetzt.⁴⁰¹

Das *Marktrisiko* umfasst die aus Markt- und Wettbewerbsgegebenheiten hervorgehenden kommerziellen Risiken der Technologieentwicklung bzw. der Technologiekommerzialisierung. Hierzu zählen mit Blick auf die erfolgreiche Kommerzialisierung neben einer unzureichenden oder schwankenden Nachfrage, eine geringe bzw. fehlende Marktakzeptanz für eine neue Technologie und ein unzureichender Zugang zu erforderlichen Komponenten und Materialien für den Herstellungsprozess. Es umfasst außerdem das Risiko, dass die Kommerzialisierung einer Technologie aufgrund von Markteintrittsbarrieren erschwert wird oder sich aufgrund des bestehenden Wettbewerbs keine attraktive Rendite erwirtschaften lässt.⁴⁰² Fiet definiert Marktrisiko wie folgt: »Market risk is due to unforeseen competitive conditions. It depends upon the size, growth and accessibility of the market, and on the existence of a market need.«⁴⁰³

Das *regulatorische Risiko* umfasst alle Risiken, die sich aus den bestehenden rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen in einem Technologiesegment bzw. aus deren Veränderung ergeben. Dies können beispielsweise rechtliche Vorgaben und Einschränkungen zum Einsatz bestimmter Technologien oder auch deren gesetzlich geregelte finanzielle Förderung sein.⁴⁰⁴

Das *finanzielle Renditepotential* beschreibt, in welchem Maße die VC-Gesellschaft im Erfolgsfall ihr bei der Investition eingesetztes Kapital zuzüglich eines Gewinns zurückerhält. Das Renditepotential einer Investition wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Mit Blick auf technologische Aspekte beeinflusst der Kapitalbe-

⁴⁰¹ Vgl. Baaken (1989, S.193ff.), Specht et al. (2002, S.26).

⁴⁰² Vgl. Baaken (1989, S.204ff.), Fiet (1995a, S.553ff.).

⁴⁰³ Fiet (1995a, S.552).

⁴⁰⁴ Vgl. (Bürer 2008, S.16 und S.22).

darf für die Entwicklung, die Entwicklungsdauer und die Skalierbarkeit einer Technologie das zukünftige Renditepotential. Mit Blick auf Markt und Wettbewerb sind es das allgemeine Marktpotential und der Markterschließungsaufwand, die das Renditepotential beeinflussen. Bei regulatorischen Einflussfaktoren beeinflussen insbesondere der Umfang der finanziellen Förderung und die Kosten im Zusammenhang mit regulatorischen Hürden das Renditepotential.

3.1.4 Zusammenfassung der entscheidungstheoretischen Grundlagen

In den vorangegangenen Abschnitten wurde dargelegt, dass sich Investitionsentscheidungen von VC-Investoren mit Hilfe der Entscheidungstheorie untersuchen lassen. VC-Investoren orientieren sich bei ihren Investitionsentscheidungen maßgeblich an den zum Zeitpunkt der Investition erwarteten Risiken und Renditeaussichten einer Investitionsmöglichkeit. Sie tätigen diese nur, wenn beide in einem aus ihrer Sicht adäquaten Verhältnis zueinander stehen. Dabei verhalten sich die VC-Investoren risikoavers, indem sie höhere Risiken nur dann eingehen, wenn diese durch ein höheres Renditepotential kompensiert werden. Mehrere deskriptive Studien haben das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften untersucht und unterschiedliche Einflussfaktoren identifiziert, die bei der Investitionsentscheidung berücksichtigt werden, da sie das erwartete Risiko-Rendite-Verhältnis beeinflussen. Mit Blick auf die Zielsetzung dieser Studie, die die geringe Investitionstätigkeit der VC-Investoren im Erneuerbare-Energien-Sektor analysiert, wurde eine Segmentierung erarbeitet, bei der die Einflussfaktoren danach unterteilt werden, ob sie auf der Ebene des Unternehmens, des Sektors oder des gesamten VC-Marktes zur Geltung kommen. Insgesamt konnten vier übergeordnete Einflussfaktoren identifiziert werden, die sektorspezifisch das Risiko-Rendite-Verhältnis und somit die Attraktivität von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor beeinflussen. Diese werden als Grundlage für die weitere empirische Untersuchung der Forschungsfrage dienen. Die hierfür erforderliche Operationalisierung der Einflussfaktoren erfolgt in Kapitel 5.

3.2 Pfadabhängigkeit

Pfadabhängigkeit bezeichnet ein Erklärungskonzept der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, das erstmals von Brian Arthur explizit formuliert wurde, um die Entstehung von stabilen, aber potentiell ineffizienten Marktgleichgewichten in ökonomischen Allokationsprozessen zu erklären.⁴⁰⁵ Es steht damit im Widerspruch zur neoklassischen Gleichgewichtstheorie, nach der sich am Markt bei rationalem, nutzenmaximierendem Verhalten der Konsumenten und bei profitmaximierendem Verhalten der Produzenten, immer ein effizientes, zumindest aber ein pareto-optimales Gleichgewicht einstellt.⁴⁰⁶

⁴⁰⁵ Vgl. Arthur (1983, S.1ff., 1989, S.116ff.).

⁴⁰⁶ Vgl. Söllner (2012, S.21–40), Arrow und Debreu (1954, S.265ff.).

Ursprünglich im Kontext von konkurrierenden Technologien entwickelt, wurde das Pfadabhängigkeitskonzept im Laufe der Zeit auf weitere Anwendungsbereiche wie Institutionen und Organisationen ausgeweitet.⁴⁰⁷ Es ist trotz oder gerade wegen seiner inzwischen weiten Verbreitung in der wissenschaftlichen Literatur nicht immer einheitlich definiert. Je nach Autor und Anwendungsbereich werden teils unterschiedliche Kriterien und Merkmale für seine Definition zugrunde gelegt. Im Folgenden wird das Konzept der Pfadabhängigkeit daher kurz am Beispiel von konkurrierenden Technologien erläutert werden.⁴⁰⁸ In einem zweiten Schritt wird es mit Blick auf das Untersuchungsobjekt dieser Studie, VC-Gesellschaften und ihre Investitionsentscheidungen, in den Kontext von Organisationen im Allgemeinen und VC-Gesellschaften im Speziellen eingeordnet.

3.2.1 Konzept der Pfadabhängigkeit

Brian Arthur beschreibt das Konzept der Pfadabhängigkeit erstmals anhand theoretischer Modelle über die Marktakzeptanz neuer, konkurrierender Technologien.⁴⁰⁹ Er zeigt, dass sich unter gewissen Voraussetzungen nicht zwangsläufig die effizientere Technologie bzw. die Technologie mit dem langfristig höchsten Nutzen für die Konsumenten durchsetzen muss. Dies gilt selbst dann, wenn sich die Konsumenten rational verhalten und individuell jeder für sich seinen Nutzen maximiert. Aufgrund zufälliger Begebenheiten zu Beginn eines Entwicklungszyklus kann seinem Modell zufolge eine Technologie einen Wettbewerbsvorteil erreichen, der ihr eine schnellere Verbreitung ermöglicht und dadurch eine konkurrierende Technologie verdrängt. Arthur identifiziert den Mechanismus der positiven Rückkopplungen (»increasing returns«) als *Ursache* für ein solches potentiell ineffizientes Ergebnis.⁴¹⁰ Mögliche Beispiele für positive Rückkopplungen sind Skalenerträge bei der Herstellung, Netzexternalitäten oder die Existenz komplementärer Technologien, die zu einem höheren Nutzenwert für den Anwender führen, je weiter eine Technologie verbreitet ist. Andere Technologien, die diese positiven Rückkopplungen nicht oder erst später erzielen, fallen im direkten Wettbewerb zurück und werden aus dem Markt verdrängt, auch wenn sie möglicherweise langfristig ein größeres Nutzenpotential besitzen. Welche Technologie auf den Erfolgspfad gelangt und sich im Markt durchsetzt, hängt allein von zufälligen, von Arthur als »insignificant« oder »small events« bezeichneten Ereignissen im Prozessverlauf ab.⁴¹¹ Der Zeitpunkt an dem ein pfadabhängiges System einen bestimmten

⁴⁰⁷ Vgl. North (1990) und Ackermann (1999) für Pfadabhängigkeiten bei Institutionen, und Sydow et al. (2009, S.689ff.) für Pfadabhängigkeiten bei Organisationen.

⁴⁰⁸ Vgl. Arthur et al. (1987, S.294ff.) und David (1985, S.332ff.).

⁴⁰⁹ Vgl. Arthur (1983, S.1ff.).

⁴¹⁰ Vgl. Arthur (1983, S.1ff.).

⁴¹¹ Vgl. Arthur (1983, S.16f.). Arthur et al. (1987, S.294ff.) veranschaulichen das Wirkungsprinzip von Pfadabhängigkeiten am Beispiel des sogenannten Pólya-Urnenmodells. Ausgangssituation ist ein Gefäß mit einer weißen und einer roten Kugel. Es wird eine Kugel gezogen und diese anschließend zusammen mit einer zusätzlichen Kugel der gleichen Farbe dem Gefäß wieder hinzugefügt. Dieser Vorgang wird beliebig oft wiederholt. Die Farbverteilung der Kugeln in der Urne stabilisiert sich mit der Zeit bei einem

Entwicklungspfad unwiderruflich einschlägt, wird dabei als Bifurkations-Punkt bezeichnet. Damit bei Entwicklungsprozessen überhaupt von Pfadabhängigkeit gesprochen werden kann, ist es zwingend erforderlich, dass im Ergebnis multiple Gleichgewichte möglich sind. Dieses als *Nonergodizität* bezeichnete Merkmal ist eine notwendige Voraussetzung für pfadabhängige Prozesse und grenzt diese von deterministischen, auf ein einziges Gleichgewicht zustrebenden Prozessen ab. Das zweite Definitions- und Abgrenzungsmerkmal pfadabhängiger Prozesse besteht darin, dass sich das Ergebnis des Prozesses erst aus dem Prozessverlauf heraus ergibt. Dieses ebenfalls notwendige Merkmal grenzt pfadabhängige Prozesse von zufälligen, erratischen Prozessen ab, bei denen sich ein Gleichgewicht ebenfalls zufällig, aber ohne das Auftreten von positiven Rückkopplungen sofort einstellt.⁴¹²

Ein eingängiges Beispiel für Pfadabhängigkeiten bei Technologien ist das Tastatur-Layout der sogenannten QWERTY-Tastatur für Schreibmaschinen und Computer.⁴¹³ Das bis heute gebräuchliche Tastatur-Layout wurde ursprünglich bei mechanischen Schreibmaschinen durch Ausprobieren festgelegt, um ein Verhaken der mechanischen Typenhebel zu verhindern. Kommerziell wurde es erstmals im Jahr 1873 angeboten. Das Tastatur-Layout setzte sich aber erst Ende des 19. Jahrhunderts im Markt gegen andere Layouts durch, nachdem Frank McGurrin im Jahr 1888 einen Schreibwettbewerb auf der Tastatur gewann, indem er erstmals das Zehnfingersystem nutzte.⁴¹⁴ In der Zwischenzeit ist die mechanische Schreibmaschine von elektronischen Schreibgeräten abgelöst worden. Dennoch ist das Tastaturlayout bis heute unverändert geblieben, obwohl es aus ergonomischer Sicht mutmaßlich nicht die beste Anordnung ist.⁴¹⁵ David identifiziert an diesem Beispiel drei Faktoren, die aus seiner Sicht für ein dauerhaftes Zustandekommen ineffizienter Gleichgewichte bei Adaptionsprozessen von Technologien verantwortlich sind: Technische Komplementarität mit anderen Technologien, System-Skaleneffekte und eine Quasi-Irreversibilität der getätigten Investitionen.⁴¹⁶

Wert, der entscheidend von den zufälligen Ergebnissen der ersten Ziehungen abhängt. Der entscheidende Faktor für dieses Ergebnis ist die positive Rückkopplung innerhalb des Systems, die mit steigender Anzahl der Kugeln in der Urne die erreichte Farbenverteilung immer weiter verfestigt. Welches Ergebnis zustande kommt ist aber ex ante nicht vorhersehbar.

⁴¹² Vgl. Ackermann (1999, S.8).

⁴¹³ Vgl. David (1985, S.322ff.).

⁴¹⁴ Vgl. Beeching (1974, S.39–42).

⁴¹⁵ Vgl. Dvorak et al. (1936), Ferguson und Duncan (1974, S.731ff.).

⁴¹⁶ Vgl. David (1985). Im englischen Text werden die Begriffe »technical interrelatedness«, »economies of scale« und »quasi-irreversibility of investment« verwendet. Technische Komplementarität bezieht sich dabei auf das für eine Anwendung notwendige Zusammenspiel zweier Technologien, hier die QWERTY-Tastatur-Standard (Hardware) auf der einen Seite und das vom Nutzer zu erlernenden Know-how, sie zu benutzen (Software) auf der anderen Seite. Besteht eine solche technologische Komplementarität, so hängt der Nutzen einer Technologie für den Anwender entscheidend von der Verbreitung der dazu komplementären Technologie ab. Gleichzeitig erschwert die Komplementarität den Wechsel zu einer anderen, nicht komplementären Technologie. David beschreibt außerdem, wie technologische Komplementarität zu System-Skaleneffekten einer Technologie führt. Die Kosten für den Einsatz der Technologie setzen sich aus den Anschaffungskosten der Schreibmaschine und den Trainingskosten zum Erlernen des QWERTY-Zehnfingersystems zusammen. Mit zunehmender Verbreitung des Know-hows, die Technologie zu nutzen, sinken die Trainingskosten und somit die Gesamtkosten für die Nutzung der Technologie.

3.2.2 *Eigenschaften pfadabhängiger Prozesse*

Pfadabhängige Prozesse weisen entsprechend den Ausführungen von Arthur et al. und David neben den für sie ursächlichen positiven Rückkopplungen drei kennzeichnende Eigenschaften auf: (1) Nichtvorhersehbarkeit, (2) Inflexibilität und (3) potentielle Ineffizienz, die im Folgenden kurz erläutert werden.⁴¹⁷

Nichtvorhersagbarkeit: Das Ergebnis pfadabhängiger Prozesse lässt sich ex ante nicht vorhersagen, da aufgrund positiver Rückkopplungen prinzipiell unterschiedliche stabile Gleichgewichte erreicht werden können. Welches Gleichgewicht sich im Verlauf des Prozesses einstellt, hängt von zufälligen, kleinen Ereignissen, sogenannten »small events« ab. In dem von David beschriebenen Beispiel der QWERTY-Tastatur ist dies möglicherweise der Ausgang des Schreibwettbewerbs gewesen, der damals aufgrund der hohen öffentlichen Aufmerksamkeit die Verbreitung des siegreichen Systems beschleunigt hat bzw. die zufällige Gegebenheit, dass das Zehnfingersystem erstmals auf der QWERTY-Tastatur angewendet wurde.⁴¹⁸

Inflexibilität: Die Ergebnisse pfadabhängiger Prozesse sind notwendigerweise inflexibel, da ein einmal aufgrund bestehender positiver Rückkopplungen erreichtes Gleichgewicht von selbst nicht ohne weiteres wieder verlassen wird. Ein Wechsel zu einem anderen möglicherweise effizienteren Gleichgewicht kann in der Regel nur durch externe Einflussnahme erfolgen. In welchem Ausmaß ein Gleichgewicht stabil bzw. inflexibel ist, hängt von den jeweiligen individuellen Umständen ab. Mit einem ausreichend großen Aufwand lässt sich – zumindest theoretisch – jedes Gleichgewicht auch wieder aufheben.

Potentielle Ineffizienz: Pfadabhängige Prozesse können potentiell zu ineffizienten Ergebnissen führen, da aufgrund von positiven Rückkopplungen und zufälligen Ereignissen nicht notwendigerweise das langfristig effizienteste Ergebnis erreicht wird. Ineffizienz stellt aber weder ein notwendiges noch ein hinreichendes Kriterium für Pfadabhängigkeit dar. Aus der wissenschaftlichen Perspektive macht es die potentielle Ineffizienz pfadabhängiger Prozesse notwendig, Sachverhalte und Beobachtungen immer auch in ihrem historischen Kontext zu betrachten und zu hinterfragen, wie diese zustande gekommen sind.

3.2.3 *Pfadabhängigkeit bei Technologien*

David hat anhand der Geschichte des QWERTY-Tastaturlayouts gezeigt, auf welche Weise positive Rückkopplungen zu Pfadabhängigkeiten bei Technologien führen kön-

Als dritten Faktor identifiziert David die Quasi-Irreversibilität von Investitionen. Diese bezieht sich auf das Dilemma, dass einmal getätigte Investitionen – in dem QWERTY Beispiel ist dies der Aufwand für das Erlernen des Zehnfingersystems – bei einem Wechsel der Technologie verloren sind. Diese Irreversibilität verstetigt daher einen einmal eingeschlagenen Entwicklungspfad. Ein Wechsel der Technologie ist zwar prinzipiell möglich, aber für den Nutzer mit sehr hohen Kosten verbunden.

⁴¹⁷ Vgl. Arthur et al. (1987, S.302; 1989, S.116).

⁴¹⁸ Vgl. David (1985, S.332ff.).

nen.⁴¹⁹ Das QWERTY-Tastaturlayout ist ein sehr bildhaftes und eingängiges Beispiel für Pfadabhängigkeit.⁴²⁰ Es deckt aber nicht die ganze Breite der möglichen Rückkopplungseffekte ab, die im Kontext von Technologien zu pfadabhängigen Prozessen führen können. Abhängig von der betrachteten Technologie, lassen sich weitere Arten positiver Rückkopplung identifizieren.⁴²¹ Auch wenn die vorliegende Studie nicht die Betrachtung von Pfadabhängigkeiten bei Technologien zum Ziel hat, ist eine zusammenfassende, systematische Darstellung von positiven Rückkopplungen bei Technologien für die im nächsten Schritt diskutierte Übertragung des Pfadabhängigkeitskonzeptes auf Organisationen hilfreich. Ackermann fasst die in der Literatur beschriebenen unterschiedlichen Arten positiver Rückkopplungen bei Technologien in vier Kategorien zusammen.⁴²² Dies sind aus seiner Sicht (1) Skalenerträge, (2) Netzwerkexternalitäten, (3) die Komplementarität technologischer Systeme und (4) die Eigendynamik kollektiver Lernprozesse.

Skalenerträge führen in der Regel zu sinkenden Herstellungskosten und operativen Verbesserungen bei technologischen Produkten und somit zu einer besseren Ertragsrelation bzw. Kosten-Nutzen-Relation der Technologie. Es kann zwischen statischen und dynamischen Skalenerträgen unterschieden werden. Statische Skalenerträge ergeben sich beispielsweise aus einer besseren Verteilung von Fixkosten auf eine wachsende Anzahl von Produkten, während sich die dynamischen Skalenerträge aus Lernkurveneffekten beim Herstellungs- bzw. Innovationsprozess ergeben.⁴²³ Für den Wettbewerb zweier Technologien bedeutet die Möglichkeit von Skaleneffekten, dass diejenige Technologie, die früher am Markt ist bzw. von den Kunden stärker nachgefragt wird, einen einmal erreichten Wettbewerbsvorsprung immer weiter ausbauen kann.

Netzwerkexternalitäten entstehen dadurch, dass die Verbreitung bzw. Zahl der Anwender einer Technologie unmittelbar den Nutzen der Technologie erhöht.⁴²⁴ Das klassische Beispiel hierfür ist das Telefon, das Faxgerät oder ein bestimmtes Hardware oder Software Format wie z.B. Microsoft Word. Je höher der Verbreitungsgrad der Technologie, desto höher der Nutzen für den einzelnen Anwender. Am Beispiel des Faxgerätes wird auch der von Arthur beschriebene »lock-in« pfadabhängiger Prozesse deutlich.⁴²⁵ Für den einzelnen Nutzer ist es hier nicht nur eine Frage der Kosten, ob sich der Wechsel zu einer neuen Technologie lohnt sondern ganz entscheidend auch

⁴¹⁹ Vgl. David (1995, S.332ff.) sowie Ausführungen in Abschnitt 3.2.1.

⁴²⁰ Für eine kritische Betrachtung vgl. Liebowitz und Margolis (1990, S.1ff.) ,(1995, S.205ff.).

⁴²¹ Vgl. Untersuchungen von Cusumano et al. (1992, S.51ff.) zu VHS-Videorekordern, Cowan (1991, S.801ff.) zu Leichtwasserreaktoren, Cowan und Hulton (1996, S.61ff.) zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, Islas (1997, S.49ff.) zu Gasturbinen und Unruh (2000, S.817ff.) zu CO2-Technologien sowie David und Bunn (1998, S.165ff.) zu Stromnetzen.

⁴²² Vgl. Ackermann (1999, S.47ff.).

⁴²³ Vgl. Arthur (1994, S.3f.), Yelle (1979, S.302ff.), Spence (1981, S.49ff.), Lieberman und Montgomery (1987, S.41ff.).

⁴²⁴ Vgl. Katz und Schapiro (1985, S.424ff.).

⁴²⁵ Vgl. Arthur (1989, S.116ff.).

die Frage, welchen Nutzen diese haben kann, wenn sie im Gegensatz zu einer bestehenden Technologie noch nicht weit verbreitet ist.

Komplementarität technologischer Systeme, auch »indirekte Netzwerkexternalitäten« genannt, bezeichnet den Effekt, dass mit steigender Verbreitung einer Technologie komplementäre Produkte besser verfügbar werden.⁴²⁶ Beispielhaft für diesen Effekt sind die Verbreitung von technologischen Plattformen oder Software Standards wie Microsoft Windows oder Apples iTunes. Je weiter diese Standards und Plattformen bei Anwendern verbreitet sind, desto mehr Anwendungen werden für diese – auch von externen Dritten – entwickelt. Der Nutzen für den einzelnen Anwender erhöht sich also indirekt durch die bessere Verfügbarkeit komplementärer Produkte.

Bei der *Eigendynamik kollektiver Lernprozesse* handelt es sich um den Effekt, dass potentielle Anwender bei Unsicherheit über den Nutzen einer neuen Technologie, den Nutzen umso höher einschätzen, je weiter die Technologie bereits verbreitet ist und genutzt wird.⁴²⁷ Im Gegensatz zu den drei vorherigen Effekten geht es hier also nicht um eine objektiv quantifizierbare Kosten- oder Nutzenverbesserung, sondern um die subjektive Wahrnehmung des Nutzens durch den Kunden. Als Beispiel hierfür kann die Verbreitung von verbrauchs- und emissionsarmen Diesel-PKW's gesehen werden. Während in Europa ca. 50 Prozent der verkauften PKW's einen Dieselmotor hatten, waren es in den USA im Jahr 2010 gerade einmal 1,0 Prozent.⁴²⁸ Auch nachdem die früheren Komfortnachteile der Technologie inzwischen weitestgehend ausgeräumt sind, konnte sich der Diesel-Antrieb bei PKW trotz eines um bis zu 40 Prozent geringeren Verbrauchs und einer um 20 Prozent geringeren CO₂-Emission in den USA nicht entscheidend durchsetzen. Neben der immer noch unzureichenden Tankinfrastruktur (die Komplementarität technologischer Systeme!) liegt das größte Problem aus Sicht der Hersteller darin, dass die objektiv vorhandenen Nutzensvorteile auch aufgrund der geringen Erfahrungswerte mit dieser Technologie dem Endkunden nur schwer zu vermitteln sind.⁴²⁹

3.2.4 Pfadabhängigkeit bei Organisationen

Nachdem das Pfadabhängigkeitskonzept aus einer wirtschaftshistorischen Perspektive am Beispiel konkurrierender Technologien entwickelt und etabliert wurde, überträgt Douglass North das Konzept in angepasster Form auf Institutionen und den institutionellen Wandel.⁴³⁰ Sein Verständnis von Institutionen ist dabei weit gefasst. Er definiert Institutionen allgemein als die Spielregeln einer Gesellschaft bzw. als von Menschen entworfene Einschränkungen, die das Zusammenspiel der Menschen formen: »Institu-

⁴²⁶ Vgl. Church und Gandal (1992, S.85ff.), Katz und Schapiro (1985, S.424ff.; 1994, S.93ff.), Gupta et al. (1999, S.396ff.).

⁴²⁷ Vgl. Cowan (1991, S.807), Arthur und Lane (1993, S.81ff.), Cowan et al. (1997 S.711ff.).

⁴²⁸ Im Jahr 2011 wurden 55.650 Diesel-PKW in den USA verkauft bei einem Gesamtmarkt von 5,6 Millionen PKW. Vgl. VdA (2011).

⁴²⁹ Vgl. Halpert (2009, S.14), VdA (2010).

⁴³⁰ Vgl. North (1990, S.92ff.).

tions are the rules of the game in a society or, more formally, are the humanly devised constraints that shape human interaction. In consequence they structure incentives in human exchange, whether political, social or economic.«⁴³¹

Organisationen können im weitesten Sinne als Institutionen betrachtet werden, lassen sich aber von ihnen im engeren Sinne abgrenzen. North versteht Organisationen als bewusst gestaltete Institutionen, als: »[...] groups of individuals bound by some common purpose to achieve objectives.«⁴³² Er verwendet die Analogie von Spielregeln und Spieler, um die Abgrenzung von Institutionen (Spielregeln) und Organisationen (Spielern) zu veranschaulichen.⁴³³ Letztendlich entscheidet aber die Betrachtungsperspektive darüber, ob ein Regelsystem als Organisation oder Institution gesehen wird.⁴³⁴ So stellt aus der makroökonomischen Betrachtung ein Unternehmen eine Organisation dar, aus Sicht der Mitarbeiter hingegen ist es eine Institution.

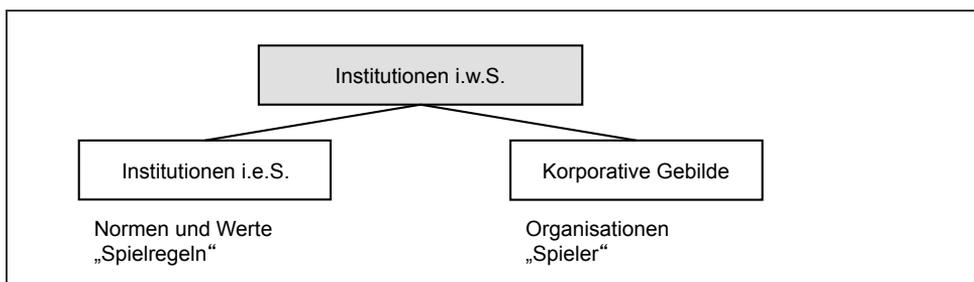


Abbildung 15: Abgrenzung von Institutionen und Organisationen.⁴³⁵

Schäcke und Sydow et al. übertragen das Konzept der Pfadabhängigkeit auf betriebswirtschaftliche Organisationen und grenzen es gegenüber den Institutionen i.e.S. bzw. allgemeinen Regelsystemen ab.⁴³⁶ Im Gegensatz zum Technologie-Kontext lehnen sie es ab, die Entstehung von Pfadabhängigkeiten bei Organisationen ausschließlich auf ein durch nutzwertmotiviertes Verhalten (utility driven behaviour) der handelnden Akteure zurückzuführen. Vielmehr müssen ihrer Meinung nach auch organisationsspezifische Faktoren wie Emotionalität, eingeschränkte Wahrnehmung der handelnden Akteure und politische Prozesse, die innerhalb von Organisationen zu selbst verstärkenden Prozessen führen können, im Erklärungskonzept berücksichtigt werden. Einen wesentlichen Unterschied gegenüber Institutionen i.e.S. sehen sie in der Frage, ob pfadabhängige Prozesse zwingend unintendierte, also unbewusst ausgelöste oder gesteuerte Prozesse sind. Sowohl Schäcke als auch Sydow et al. verneinen dies für den

⁴³¹ North (1990, S.3).

⁴³² North (1990, S.5).

⁴³³ Vgl. North (1990, S.5).

⁴³⁴ Vgl. Schäcke (2006, S.65).

⁴³⁵ Aus Schäcke (2006, S.65) mit eigenen Anmerkungen.

⁴³⁶ Vgl. Schäcke (2006, S.118ff.) und Sydow et al. (2009, S.689ff.). Für eine ausführliche Betrachtung von Pfadabhängigkeiten bei Institutionen auf die hier mit Blick auf die Zielsetzung der Studie verzichtet wird, vgl. North (1990) und Ackermann (1999).

organisatorischen Kontext.⁴³⁷ Im Gegensatz zum institutionellen Umfeld (Institutionen i.e.S.) gibt es ihrer Ansicht nach mit dem Management einen zentralen Akteur, der bewusst Entscheidungen treffen und somit Organisation ausrichten und steuern kann. Dass in dieser Konstellation pfadabhängige Prozesse entstehen und nicht beabsichtigte, ineffiziente Ergebnisse zumindest zeitweise entstehen können, führt Schäcke auf die Komplexität und die langen Entwicklungszeiträume von Organisationen zurück.⁴³⁸ In dieser Argumentation wird also zwischen bewusst in Gang gesetzten Prozessen und deren sich teilweise einer bewussten Gestaltung entziehenden Ergebnissen differenziert. Hierzu lässt sich sicherlich kritisch anmerken, dass es sich tendenziell um eine eher schwache Form von Pfadabhängigkeit handelt, da ineffiziente Ergebnisse, wenn sie einmal als solche erkannt werden, wenn auch nicht sofort und in vollem Umfang, durch Aktionen des Managements wieder aufgehoben werden können.⁴³⁹

3.2.4.1 *Abgrenzung von Konzepten, die als Erklärungsansatz Historizität bemühen*

Bevor Pfadabhängigkeiten bei Organisationen im nächsten Abschnitt detailliert betrachtet werden, bietet es sich an, kurz auch diejenigen Konzepte darzustellen, die Historizität als Erklärungsansatz für organisatorische Trägheit bemühen, jedoch keine der Definitionsmerkmale von Pfadabhängigkeiten aufweisen. Die Betrachtung von solchen Konzepten ist zur Abgrenzung hilfreich, da der Begriff Pfadabhängigkeit in der Literatur häufig auch einfach metaphorisch gebraucht oder verkürzend in Zusammenhang mit dem allgemeinen Ausdruck »history matters« gebracht wird. Dass eine solche vereinfachende Betrachtung sich nicht als Pfadabhängigkeit qualifiziert, wurde in den Ausführungen des vorigen Abschnitts deutlich gemacht. Antonelli drückt es treffend mit folgenden Worten aus: »*Path dependence is different from past dependence [...]*«. ⁴⁴⁰ Sydow et al. fassen eine Reihe von Konzepten der Organisationsforschung zusammen, die sich mit organisatorischer Trägheit befassen, aber nicht zu Pfadabhängigkeiten gezählt werden.⁴⁴¹ Dies sind (1) Prägung, (2) Verlusteskalation, (3) Commitment, (4) strukturelle Trägheit, (5) reaktive Sequenz und (6) isomorphe Institutionalisierung.⁴⁴² Diese alternativen Konzepte werden nachfolgend kurz erläutert und gegenüber dem Konzept der Pfadabhängigkeit abgegrenzt. Als zentrales Differenzierungsmerkmal von Pfadabhängigkeiten gilt primär der Wirkungsmechanismus positiver Rückkopplungen. Dieser ist ursächlich dafür, dass pfadabhängige Prozesse zu unintendierten und potentiell ineffizienten Ergebnissen führen können.

⁴³⁷ Vgl. Schäcke (2006, S.119) als auch Sydow et al. (2009, S.693).

⁴³⁸ Vgl. Schäcke (2006, S.119).

⁴³⁹ Vgl. Sydow et al. (2009, S.702ff.).

⁴⁴⁰ Antonelli (1997, S.644).

⁴⁴¹ Vgl. Sydow et al. (2009, S.696–698).

⁴⁴² Die im englischen Original von Sydow et al. (2009, S.696–698) verwendeten Begriffe sind (1) »Imprinting«, (2) »Escalating Commitment«, (3) »Commitment/Sunk Costs«, (4) »Structural Inertia«, (5) »Reactive Sequences«, (6) »Institutionalizing«.

Prägung beschreibt das Phänomen, dass externe und interne Einflüsse, die zum Gründungszeitpunkt eines Unternehmens in dessen Umfeld vorherrschen, die Ausgestaltung des Unternehmens beeinflussen können.⁴⁴³ Einmal etablierte unternehmerische Strukturen und Strategien verfestigen sich dann im weiteren Verlauf aufgrund unterschiedlicher Mechanismen, wie beispielsweise durch die Verankerung des Rollenverständnisses der Unternehmensgründer bei den Mitarbeitern oder durch einen fehlenden Wettbewerbsdruck. Die Verfestigung von Strukturen und Strategien kann später zu Inflexibilität bei der Unternehmensentwicklung führen. Damit sich organisatorische Struktur oder Strategie auch tatsächlich langfristig verfestigen, muss deren Etablierung idealerweise zu einem wichtigen Entwicklungszeitpunkt des Unternehmens, wie beispielsweise während der Unternehmensgründung oder des Börsengangs, erfolgen.⁴⁴⁴ Zwei Unterschiede lassen sich bei Prägung gegenüber Pfadabhängigkeit hervorheben: Erstens, im Gegensatz zu der bei Prägung zu beobachtenden Replikation von einmal vorhandenen Eigenschaften und Mustern sind pfadabhängige Prozesse generell ergebnisoffen. Es ist bei ihnen am Anfang unklar, welches Ergebnis sich einstellt. Bei Prägung wird das ursprünglich vorhandene Muster von Anfang an beibehalten. Zweitens, die durch Prägung verursachte Inflexibilität ist unter anderem genau dann zu beobachten, wenn sich wirtschaftlicher Erfolg einstellt. Im entgegengesetzten Fall tendiert die Organisation trotz bestehender Prägung dazu, sich an ihr Umfeld anzupassen, also einen ineffizienten Zustand zu verlassen.⁴⁴⁵ Im Gegensatz hierzu betont das Pfadabhängigkeitskonzept die implizite Inflexibilität. Potentiell ineffiziente Gleichgewichte werden hier aufgrund positiver Rückkopplungseffekte beibehalten.

Als *Verlusteskalation* wird die Neigung von Entscheidungsträgern bezeichnet, weiter in von Verlust bedrohte Projekte zu investieren.⁴⁴⁶ Ähnlich wie bei Pfadabhängigkeiten führt dieses Phänomen dazu, dass betroffene Organisationen tendenziell in einem ineffizienten Zustand verharren. Aus Sicht der jeweiligen Entscheidungsträger ist ein solches Verhalten durchaus rational, denn weitere Investitionen in die von ihnen in der Vergangenheit veranlassten und inzwischen verlustreichen Projekte werden in der Hoffnung getätigt, eine Trendumkehr zu erreichen und mögliche eigene Fehler oder Fehleinschätzungen zu korrigieren.⁴⁴⁷ Dieses Verhalten kann dazu dienen, die eigene Position und Reputation im Unternehmen zu sichern. Es maximiert allerdings nicht den Nutzen für die Organisation selbst. Der Unterschied zum Konzept der Pfadabhängigkeit besteht bei Verlusteskalation darin, dass die Rückkopplungseffekte

⁴⁴³ Vgl. Stinchcombe (1965, S.142ff.), Kimberly (1975, S.1ff.), Boeker (1989, S.489ff.), Johnson (2007, S.97ff.).

⁴⁴⁴ Vgl. hierzu Hannan et al. (1996, S.503ff.) und Boeker (1989, S.505–507). Boeker untersucht, unter welchen Umständen sich die strategische Ausrichtung eines Unternehmens verfestigen kann und identifiziert hierfür unterschiedliche Einflussfaktoren, wie bspw. die finanzielle Beteiligung der Gründer am Unternehmen oder der kommerzielle Unternehmenserfolg. Die Ergebnisse seiner Untersuchung zeigen umgekehrt aber auch, dass Unternehmen ihre Strategie durchaus anpassen können, und zwar insbesondere dann, wenn der wirtschaftliche Erfolg ausbleibt.

⁴⁴⁵ Vgl. Boeker (1989, S.497, S.507).

⁴⁴⁶ Vgl. Becker-Beck und Wend (2008, S.238ff.).

⁴⁴⁷ Vgl. Staw (1976, S.27ff.), (1981, S.577ff.).

erst am Ende des Entwicklungsprozesses auftreten, also dann wenn sich ein ineffizientes Ergebnis bereits eingestellt hat und nicht zu Beginn des Prozesses. Die Rückkopplungseffekte sind hier also nicht ursächlich für das ineffiziente Ergebnis.

Commitment lässt sich im organisatorischen Kontext wertneutral als »[...] the tendency of strategies to persist over time«⁴⁴⁸ definieren. Ob *Commitment* zu einem positiven oder negativen Ergebnis führt bleibt explizit offen, beide Varianten sind möglich. Ghemawat führt *Commitment* ganz allgemein auf den Umstand zurück, dass unter bestimmten Voraussetzungen einmal getroffene Entscheidungen den zukünftigen Handlungsspielraum von Organisationen einschränken können.⁴⁴⁹ Eine Ursache hierfür sieht er in der Verfügbarkeit von langfristigen, spezifischen Gütern, die am Markt nicht frei handelbar sind, wie beispielsweise Produktionsanlagen oder Markt-Know-how.⁴⁵⁰ Hat beispielsweise ein Unternehmen signifikante Investitionen in solche Güter getätigt, wird es bei unerwarteten Problemen nicht einfach seine Strategie ändern oder aufgeben, auch wenn sich die Investitionsentscheidung im Nachhinein insgesamt als unwirtschaftlich erweist (»Lock-in«).⁴⁵¹ Umgekehrt ist es einem Unternehmen mit Blick auf spezifische Güter auch nicht notwendigerweise möglich, den Ausstieg aus einem Geschäftsbereich beliebig rückgängig zu machen, wenn sich im Nachhinein eine Verbesserung der Rahmenbedingungen einstellt (»Lock-out«). Eine weitere Ursache für *Commitment* sieht Ghemawat in der zeitlichen Verzögerung (»Lag«), mit der Strategieänderungen in die Praxis umgesetzt werden können.⁴⁵² Hierfür müssen in der Regel zuerst neue Strukturen geschaffen und erforderliche spezifische Güter beschafft oder nicht mehr benötigte Güter abgegeben werden. Um Strategien erfolgreich umzusetzen, ist es unter diesen Umständen erforderlich, an Strategien über einen Zeitraum festzuhalten, da sich die erzielbaren Ergebnisse erst mit einer zeitlichen Verzögerung realisieren lassen. Als vierte Ursache für *Commitment* sieht Ghemawat die inhärente Trägheit von Organisationen aufgrund unbewusster psychologischer und soziologischer Eigenschaften der handelnden Personen (»Inertia«).⁴⁵³ Diese inhärente Trägheit verstärkt einerseits die bereits erwähnten Ursachen für *Commitment* – Lock-in, Lock-out und Lag –, andererseits trägt sie auch dazu bei, der Organisation ein notwendiges Maß an Stabilität zu verleihen. Dieser Aspekt wird im folgenden Absatz unter dem Begriff »Strukturelle Trägheit« noch einmal gesondert betrachtet. Das von Ghemawat skizzierte Konzept des *Commitments* beruht somit im Wesentlichen auf Einschränkungen des Handlungsspielraums von Entscheidungsträgern als Folge bewusster strategischer

⁴⁴⁸ Ghemawat (1991, S.14).

⁴⁴⁹ Vgl. Ghemawat (1991, S.15).

⁴⁵⁰ Vgl. Ghemawat (1991, S.17ff.).

⁴⁵¹ Das Konzept von Investitionen in spezifische Güter (Lock-in) ähnelt dem in der Pfadabhängigkeits-Literatur diskutierten Investitionseffekt. In Abgrenzung hierzu spielen in dem von Ghemawat gebrauchten Kontext selbst verstärkende Mechanismen keine Rolle. Vgl. Ghemawat (1991, S.17ff.) sowie die Beschreibung von Investitionseffekten in Abschnitt 3.2.4.2.

⁴⁵² Vgl. Ghemawat (1991, S.21ff.).

⁴⁵³ Vgl. Ghemawat (1991, S.23ff.).

Entscheidungen, aber auch von unbewusstem Verhalten der handelnden Personen.⁴⁵⁴ Ähnlich wie bei Pfadabhängigkeiten, führt Commitment nicht notwendigerweise, sondern nur potentiell zu ineffizienten Ergebnissen. Commitment unterscheidet sich von Pfadabhängigkeit aber darin, dass es keiner positiven Rückkopplungseffekte bedarf, damit eine Organisation in einem potentiell ineffizientem Gleichgewicht verharrt.

Strukturelle Trägheit gilt als ein inhärentes Merkmal erfolgreicher Unternehmen und Organisationen.⁴⁵⁵ Entsprechend diesem evolutionstheoretischen Ansatz bestehen nur diejenigen Unternehmen erfolgreich im Wettbewerb, die ein Mindestmaß an Verlässlichkeit (»reliability«) und Verantwortlichkeit (»accountability«) gegenüber Kunden, Investoren und Mitgliedern aufweisen. Unternehmen, die dazu nicht in der Lage sind, werden aus dem Markt verdrängt. Um dies gewährleisten zu können, etablieren Unternehmen und Organisationen dauerhaft interne Strukturen und Prozesse. In der Praxis geschieht dies, indem für die Tätigkeit notwendige Strukturen mit der Zeit institutionalisiert und interne Abläufe standardisiert werden. Der damit einhergehende Nachteil solcher fest etablierter Strukturen und Abläufe besteht darin, dass die Anpassungsfähigkeit der Organisation an Änderungen ihres Umfeldes eingeschränkt wird. Die Organisation wird träge. Im Unterschied zu Pfadabhängigkeiten ist strukturelle Trägheit das Ergebnis bewusster Gestaltung von Organisationen. Entsprechend Hannan und Freeman ist sie eine notwendige Voraussetzung um im Wettbewerb erfolgreich zu sein und somit ein inhärentes Merkmal *jeder* bestehenden Organisation.⁴⁵⁶ Strukturelle Trägheit bildet sich bei Organisationen nicht als zufälliges Ergebnis eines offenen Prozesses heraus. Vielmehr gibt es zu einem bestimmten Umweltzustand für jede Organisation ein optimales Maß an struktureller Trägheit, welches von den handelnden Akteuren entsprechend angestrebt wird.⁴⁵⁷

Als *Reaktive Sequenz* (»Reactive Sequence«) wird in der wissenschaftlichen Literatur allgemein die zeitliche Abfolge von kausal verknüpften Ereignissen bezeichnet.⁴⁵⁸ Am Beginn einer reaktiven Sequenz steht ein zufälliges Ereignis, welches eine Kette von weiteren Ereignissen auslöst. Die aufeinanderfolgenden Ereignisse stehen jeweils im direkten kausalen Zusammenhang zueinander. Sie sind sowohl das Ergebnis des vorherigen Ereignisses als auch die Ursache des auf sie nachfolgenden Ereignisses.⁴⁵⁹ Im Gegensatz zu pfadabhängigen Prozessen gibt es bei reaktiven Sequenzen aber keine sich selbst verstärkenden Elemente, die ein kleines zufälliges Ereignis zu Beginn des Prozesses verstärken und das System oder die Organisation zu einem bestimmten,

⁴⁵⁴ Einschränkungen, die zu einer Versteifung von Strategien führen, werden durch Beschränkungen bei Anpassungsprozessen spezifischer Güter und Ressourcen von Organisationen verursacht. Vgl. Ghemawat (1991, S.13–31).

⁴⁵⁵ Vgl. Hannan und Freeman (1984, S.149ff.).

⁴⁵⁶ Vgl. Hannan und Freeman (1984, S.149).

⁴⁵⁷ Vgl. Hannan und Freeman (1984, S.152).

⁴⁵⁸ Vgl. Mahoney (2000, S.526ff.).

⁴⁵⁹ Eine reaktive Sequenz war beispielsweise ein Erdbeben im Pazifik, welches eine Flutwelle auslöste, welche ein japanisches Atomkraftwerk zerstörte, was zu einem Meinungsumschwung in der deutschen Bevölkerung und zu einer Mobilisierung der Atomkraftgegner und zu einem (erneuten) politischen Konsens zum Ausstieg aus der Atomenergie in Deutschland führte.

inflexiblen Gleichgewicht führen. Vielmehr kann genau das Gegenteil der Fall sein: Ein zufälliges Ereignis verursacht eine Gegenreaktion, sodass das System oder die Organisation zu einem gänzlich entgegengesetzten Ergebnis kommt, als es das auslösende Ereignis vermuten lässt. Das Ergebnis einer reaktiven Sequenz ist aufgrund der fehlenden positiven Rückkopplung, anders als bei pfadabhängigen Prozessen, nicht notwendigerweise inflexibel und somit auch nicht potentiell ineffizient.

Isomorphe Institutionalisierung beschreibt das Phänomen, dass Organisationen ihre Strukturen und Abläufe außer an operativen Erfordernissen auch an internen und externen normativen Einflüssen ausrichten.⁴⁶⁰ Dabei spielen, anders als bei dem oben aufgeführten Konzept der strukturellen Trägheit, evolutionstheoretische Wettbewerbsaspekte keine Rolle. Vielmehr übernehmen Organisationen die in ihrem Umfeld vorherrschenden normativen Konzepte und Regeln, um effektiv mit anderen Organisationen und Akteuren interagieren zu können. Die Berücksichtigung von Normen kann dazu führen, dass die eigentliche operative Tätigkeit, rein ökonomisch betrachtet, nicht mit der höchst möglichen Effizienz ausgeführt wird.⁴⁶¹ Ähnlich wie strukturelle Trägheit ist die Institutionalisierung normativer Einflüsse durch eine Organisation oder ein Unternehmen nicht das Ergebnis eines ergebnisoffenen Prozesses positiver Rückkopplungen. Vielmehr ist es eine erforderliche Anpassung an das bestehende normative Umfeld, die von allen Organisationen bewusst oder unbewusst vollzogen wird.

3.2.4.2 Positive Rückkopplungen bei Organisationen

Im Abschnitt 3.2.3 wurden positive Rückkopplungen als ursächlicher Mechanismus für Pfadabhängigkeiten am Beispiel von Technologien einführend dargestellt. Es ist naheliegend, dass sich die in diesem Kontext beschriebenen Mechanismen nicht einfach auf den institutionellen oder den organisatorischen Kontext übertragen lassen.⁴⁶² Mit Blick auf die Zielsetzung dieser Studie werden im Folgenden die Mechanismen positiver Rückkopplung identifiziert, die bei Organisationen zu Pfadabhängigkeiten führen können, um sie dann in einem nächsten Schritt auf den Kontext von VC-Gesellschaften zu übertragen. In der wissenschaftlichen Literatur besteht mehr oder weniger Einigkeit hinsichtlich der folgenden sechs Mechanismen, die bei Organisationen zu positiven

⁴⁶⁰ Vgl. Zucker (1987, S.443ff.) und DiMaggio und Powell (1983, S.147ff.).

⁴⁶¹ Beispiele für normative Einflüsse auf Organisationen sind die Einrichtung von Betriebsräten, Gleichstellungsbeauftragten aber auch die Einführung von Zeiterfassungssystemen in Unternehmen mit dem Ziel, den spezifischen Arbeitsaufwand der Mitarbeiter projektgenau zu ermitteln (gesetzlicher bzw. formeller »Zwang«). Aus Kundensicht ist beispielsweise die Zeiterfassung erforderlich, um die Abrechnung der Arbeitskosten transparent nachvollziehen zu können. Aus Sicht der Unternehmen und Mitarbeiter bedeutet dies einen nicht unerheblichen Arbeitsaufwand, der für die effiziente Ausübung der Arbeit eigentlich nicht erforderlich ist. DiMaggio und Powell (1983, S.150ff.) identifizieren drei Mechanismen die dazu führen, dass Organisationen normative Einflüsse bei der Entwicklung ihrer Strukturen, Strategien und Abläufe berücksichtigen: (1) Zwang aufgrund formeller gesetzlicher bzw. regulatorischer Vorgaben oder durch informell ausgeübten Druck, (2) die Imitation erfolgreicher oder verbreiteter Muster insbesondere in Zeiten oder Situationen von Unsicherheit und (3) der Einfluss gesellschaftlicher Normen, wie beispielsweise das professionelle Selbstverständnis bestimmter Berufsgruppen. Für eine detaillierte Darstellung der drei Mechanismen und Beispiele vgl. bspw. DiMaggio und Powell (1983) S.150–154.

⁴⁶² Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 3.2.4.

Rückkopplungen führen können. Dies sind (1) Koordinationseffekte, (2) Komplementaritätseffekte, (3) Lerneffekte, (4) adaptive Erwartungen, (5) Macht und (6) Investitionseffekte.⁴⁶³ Nachfolgend werden die einzelnen Mechanismen kurz im organisatorischen Kontext dargestellt.

Koordinationseffekte entstehen bei Organisationen dadurch, dass es für die Mitglieder einer Organisation vorteilhaft ist, sich bei ihrer Tätigkeit an bestimmte formelle oder informelle Regeln innerhalb der Organisation zu halten. Ein klassisches Beispiel ist die Vereinbarung gleichzeitiger Arbeitszeiten für alle Mitarbeiter. Der Vorteil nimmt mit steigender Verbreitung zu, da sich insbesondere arbeitsteilige Tätigkeiten effizienter erledigen lassen, wenn alle Mitarbeiter zeitgleich verfügbar sind. Dieses an sich vorteilhafte Bestreben der Koordination kann sich innerhalb einer Organisation aber auch zu einem inflexiblen Muster verfestigen. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass Anpassungsschwierigkeiten, beispielsweise bei der Neuorganisation von F&E Aktivitäten oder der Neuausrichtung von einer traditionellen auf eine internetbasierte Unternehmensstrategie, auf die von Koordinationseffekten verursachte Inflexibilität zurückgeführt werden können.⁴⁶⁴

Komplementaritätseffekte entstehen bei Organisationen, wenn sich aus der Kombination unterschiedlicher Fähigkeiten oder Ressourcen, Synergien oder Verbundeffekte (Economies of Scope) ergeben. In solch einem Fall ist für eine Organisation der Wert der Summe der komplementären Komponenten höher als der Wert der Einzelkomponenten für sich genommen. Ein Beispiel hierfür sind die Marketing und F&E-Aktivitäten. Bei einer entsprechenden Kombination der beiden Bereiche, profitieren diese voneinander und schaffen so einen höheren Mehrwert für das Unternehmen, als jede der beiden Aktivitäten für sich alleine. Die wiederholte ökonomisch erfolgreiche Kombination bestimmter interner Aktivitäten im Unternehmensalltag wird in der Regel zu einer Herausbildung von komplementären Kompetenzen führen, die sich im Laufe der Zeit in der Organisation verfestigt. Dies kann für Organisationen zu Inflexibilität führen, da es unter Umständen schwierig ist, diese komplementären Kompetenzen bei einer Veränderung des Umfeldes auf andere Bereiche erfolgreich zu übertragen. In der Regel müssen komplementäre Kompetenzen erst wieder neu »erarbeitet« werden.

Lerneffekte entstehen innerhalb von Organisationen, wenn eine bestimmte Aktivität häufig wiederholt wird und diese somit besser und effizienter durchgeführt werden kann, was ultimativ zu geringeren Kosten bzw. besseren Ergebnissen führen kann.⁴⁶⁵ Lerneffekte sind aufgrund der entstehenden Effizienzgewinne selbstverstärkend. Je häufiger eine Organisation eine Tätigkeit durchführt, sei es die Produktion eines Gutes oder die Bereitstellung einer Dienstleistung, desto effizienter, d.h. besser oder günstiger kann sie dies tun, wodurch wiederum das Produkt oder die Dienstleistung verstärkt nachgefragt wird. Lerneffekte fördern somit die Spezialisierung von Organisationen.

⁴⁶³ Vgl. Schäcke (2006, S.54ff.) und Sydow et al. (2009, S.689ff.).

⁴⁶⁴ Vgl. Tripsas und Gavetti (2000, S.1147ff.), Gilbert (2005, S.741ff.).

⁴⁶⁵ Vgl. Argote (1999, S.1–34, S.67–98).

Gleichzeitig wird die Flexibilität, eine andere Tätigkeit aufzunehmen, eingeschränkt, da, um diese ebenfalls effizient durchführen zu können, erneut ein möglicherweise langwieriger Lernprozess absolviert werden muss. Beobachtungen von James March zeigen, dass Organisationen sich eher darauf fokussieren, bestehende Tätigkeiten zu verbessern und kurzfristig Lerneffekte zu erzielen (exploitatives Lernen), als neue Tätigkeiten zu erschließen, bei denen sich unternehmerischer Erfolg nur langfristig und mit Unsicherheit behaftet einstellt (exploratives Lernen).⁴⁶⁶

Adaptive Erwartungen bezeichnet den Mechanismus, dass sich bestimmte Verhaltensmuster von Mitgliedern innerhalb von Organisationen dadurch etablieren, dass sie von anderen Mitgliedern erwartet werden.⁴⁶⁷ Ein Beispiel aus dem Unternehmenskontext ist eine lange Anwesenheit abends im Büro, obwohl die Arbeit erledigt ist bzw. auch von zu Hause erledigt werden könnte. Etabliert sich ein Verhaltensmuster aufgrund der Erwartungshaltung innerhalb einer Organisation, bestätigt es sich durch seine erfolgreiche Verbreitung selbst und verfestigt sich. Ohne strikte Intervention kann es dann kaum noch durchbrochen werden. Für Organisationen können adaptive Erwartungen dazu führen, dass sich potentiell ineffiziente Verhaltensmuster und informelle Strukturen verstetigen.

Macht kann zu positiven Rückkopplungen innerhalb von Organisationen führen, wenn sie unter den Akteuren ungleich verteilt ist (asymmetrische Machtverteilung). In diesem Fall können die »machtvollen« Akteure oder Akteurskoalitionen ihren einmal erlangten Einfluss dazu nutzen, ihre eigene Position weiter zu festigen. Dies geschieht, indem geeignete operative oder strukturelle Veränderungen entsprechend forciert bzw. ungeeignete blockiert werden.⁴⁶⁸ Ackermann lehnt Macht als Mechanismus für Pfadabhängigkeiten in dem von ihm betrachteten Kontext von Institutionen ab, da er Pfadabhängigkeit zwingend als unintendiertes Ergebnis individueller Handlungen versteht.⁴⁶⁹ Diese Argumentation wird in der wissenschaftlichen Literatur mit Blick auf Institutionen und Organisationen allerdings weitestgehend abgelehnt.⁴⁷⁰ Schäcke versteht Organisationen grundsätzlich als das Ergebnis intendierter Handlungen. Für ihn bildet Macht »[...] den zentralen Rohstoff über den die Akteure verfügen, um ihre Ziele zu erreichen.«⁴⁷¹ Eine Beschränkung auf unintendierte Mechanismen als Grundlage für die Definition von Pfadabhängigkeiten wie Ackermann sie vorschlägt erscheint daher nicht zielführend.

Investitionseffekte können bei Organisationen ursächlich für Pfadabhängigkeiten sein, wenn Investitionen in spezifische Güter, Strukturen oder Fähigkeiten selbst verstärkende Prozesse auslösen, die diese Investitionen bewahren oder ausweiten. Ähnlich wie im Falle von Macht können Investitionen nicht als das unintendierte Ergebnis

⁴⁶⁶ Vgl. March (1991, S.71ff.; 2006, S.201ff.).

⁴⁶⁷ Vgl. Sydow et al (2009, S.700f.).

⁴⁶⁸ Vgl. Schäcke (2006, S.57f.) und (2006, S.245ff.).

⁴⁶⁹ Vgl. Ackermann (1999, S.36ff.).

⁴⁷⁰ Vgl. Schäcke (2006, S.234ff.), Mahoney (2000, S.521ff.), Lindner (2003, S.917ff.).

⁴⁷¹ Schäcke (2006, S.235).

individueller Handlungen angesehen werden. Denn natürlich sind Investitionen bzw. das Bestreben, bestimmte Investitionen zu bewahren, das bewusste Ergebnis rational handelnder Akteure. Wenn Investitionen dazu führen, dass innerhalb von Organisationen selbst verstärkende Prozesse ausgelöst werden, beispielsweise weitere Investitionen in komplementäre Güter und Fähigkeiten getätigt werden, können Investitionseffekte zu Pfadabhängigkeiten bei Organisationen führen. Eine rein statische Betrachtung von Investitionen in spezifische Güter, wie sie beispielsweise mit dem Konzept der Vergangenheitskosten («sunk costs») oder der Einschränkung der Handlungsalternativen bei Ghemawat's Commitment der Fall ist, ist für eine Kategorisierung als Pfadabhängigkeit allerdings nicht ausreichend.

3.2.4.3 Positive Rückkopplungen bei VC-Gesellschaften

Bisher wurde das Pfadabhängigkeitskonzept für Organisationen nur allgemein betrachtet. In einem nächsten Schritt wird untersucht, welche Rückkopplungseffekte bei dem zentralen Untersuchungsgegenstand dieser Studie, den VC-Gesellschaften auftreten und hinsichtlich der Ausrichtung ihrer Investmentstrategie potentiell zu Inflexibilität führen können. Dabei fokussiert sich die Analyse auf die Frage, ob VC-Gesellschaften möglicherweise aufgrund von Pfadabhängigkeiten nicht in der Lage sind, ökonomisch attraktive Investitionsmöglichkeiten wahrzunehmen. Orientiert man sich hierbei an der in Abschnitt 2.1. durchgeführten Analyse des Investitionsprozesses von VC-Gesellschaften und den im vorherigen Abschnitt für Organisationen identifizierten Mechanismen positiver Rückkopplungen, lassen sich bei VC-Gesellschaften zwei unterschiedliche Arten von Rückkopplungseffekten identifizieren, die möglicherweise zu Pfadabhängigkeiten führen können: *Lerneffekte* und *Komplementaritätseffekte*.

VC-Gesellschaften können durch wiederholte Investitionen in einem Technologiesektor Lerneffekte erzielen, die es ihnen erleichtert, weitere Investitionen in genau diesem Technologiesektor erfolgreich zu tätigen. Investitionserfahrung in einem Technologiesektor hilft ihnen, weitere Investitionsgelegenheiten in diesem Sektor zu identifizieren, diese besser hinsichtlich ihrer Attraktivität zu beurteilen und die Beteiligungsunternehmen bei der weiteren Unternehmensentwicklung gezielt zu fördern und zu unterstützen.⁴⁷² Da Investitionen in junge innovative Technologieunternehmen – der Zielgruppe von VC-Investoren – zu einem sehr speziellen sektorspezifischen Industrie- und Markt-Know-how führen, ist dieses nur sehr begrenzt auf Investitionen in anderen Technologiesektoren übertragbar. Dieses sektorspezifische Know-how lässt sich auch nur begrenzt einkaufen, da Industrieexperten nur begrenzt zur Verfügung stehen und meistens von anderen VC-Gesellschaften oder Industrieunternehmen abgeworben werden müssen. In der Regel bleibt den VC-Gesellschaften keine andere Möglichkeit, als sich dieses spezielle Wissen mit der Zeit selbst zu erarbeiten. Als Folge des Lerneffekts und der geringen Übertragbarkeit von in einem Technologiesektor erworbenen

⁴⁷² Vgl. Norton und Tenenbaum (1993, S.435f.) und Clercq (2003, S.57ff.).

Know-how, besteht für etablierte VC-Investoren kein Anreiz sich neuen Technologiesektoren zuzuwenden, sondern sich in ihrer Investitionstätigkeit auf angestammte Technologiesektoren zu beschränken und hier im Laufe der Zeit ihr eigenes spezifisches Know-how aufzubauen.⁴⁷³ Unter diesem Gesichtspunkt wäre es nur dann sinnvoll, die Investitionstätigkeit auf weitere Technologiesektoren auszuweiten, wenn hierfür ausreichend Ressourcen, insbesondere Kapital, zur Verfügung stehen, um über einen längeren Zeitraum hinweg Investitionen zu tätigen und sich erneut sektorspezifisches Know-how anzueignen. Das Auftreten von Lerneffekten führt somit tendenziell dazu, dass (1) erfahrene VC-Gesellschaften sich bei Investitionen auf ihre angestammten Technologiesektoren beschränken und nur bei sehr hohen Anreizen und ausreichend verfügbaren Ressourcen eine Ausweitung ihres Investmentfokus in Betracht ziehen und (2) für neu gegründete VC-Gesellschaften ein Wettbewerbsnachteil besteht, wenn in einem Industriesektor bereits erfahrene VC-Gesellschaften tätig sind, die besser in der Lage sind aussichtsreiche Technologieunternehmen zu identifizieren bzw. diese zum Unternehmenserfolg zu führen. Komplementaritätseffekte können auf zwei unterschiedliche Arten bei VC-Gesellschaften entstehen: (1) durch die Einbindung von externen Experten in die Investitionsentscheidungen und (2) durch den Zugang zu Kapitalgebern.

VC-Investoren greifen im Rahmen ihres Investitionsprozesses in der Regel neben ihrem eigenen internen Know-how auf ein umfangreiches Netz von externen Experten zurück, welches sie sich im Laufe der Zeit aufbauen.⁴⁷⁴ Dieses Netzwerk ergänzt das eigene, unternehmensinterne Know-how und ist meist sektorspezifisch ausgerichtet. Es kann aus Experten aus der Industrie, den Universitäten und anderen Beteiligungsunternehmen bestehen. Aufgrund dieses Netzwerkes sind VC-Investoren besser in der Lage ihrer Investitionstätigkeit nachzugehen, nämlich neue Investment-Opportunitäten zu identifizieren, deren Geschäftsmodelle zu validieren und Beteiligungen bei Fragen der Unternehmensentwicklung zu beraten. Je erfolgreicher und länger ein VC-Investor in einem bestimmten Sektor tätig ist, desto umfangreicher und besser wird sich sein Netzwerk in diesem Sektor entwickeln und umso besser sind wiederum die Erfolgsaussichten, weitere erfolgreiche Investitionen in diesem Sektor zu tätigen.⁴⁷⁵ Die VC-Gesellschaft entwickelt somit durch die Kombination von eigenem intern verfügbarem Know-how (Lerneffekt) und einem hierzu komplementären externen Experten Netzwerk eine sektorspezifische Investmentkompetenz, die wiederum nicht einfach von einem bisher erfolgreich bearbeiteten Sektor auf einen anderen Sektor übertragen werden kann. Als Folge eines solchen Komplementäreffektes würden VC-Gesellschaften bei ihrer strategischen Ausrichtung tendenziell in ihrem angestammten Industriesektor verharren und neue potentiell ebenfalls attraktive Sektoren nicht berücksichtigen.

⁴⁷³ Vgl. Norton und Tenenbaum (1993, S.435f.) und Clercq et al. (2001 S.41ff.).

⁴⁷⁴ Vgl. Sahlman (1990, S.500), Norton und Tenenbaum (1993, S.435f.), Fiet (1995b, S.195ff.) sowie insbesondere Clercq und Dimov (2008, S.588ff.).

⁴⁷⁵ Vgl. Sorenson und Stuart (2001, S.1546ff.).

Ein zweiter Komplementaritätseffekt entsteht bei VC-Gesellschaften möglicherweise durch die Kombination von erfolgreicher Investmenthistorie (Reputation) der VC-Gesellschaft und dem erforderlichen Zugang zum Kapital externer Investoren. Unabhängige VC-Investoren investieren in der Regel das Kapital dritter, meist institutioneller Investoren, welches sie zuerst von diesen für bestimmte Investitionsstrategien einwerben müssen. Für institutionelle Investoren ist eine erfolgreiche Investitionshistorie der VC-Gesellschaft ein entscheidendes Auswahlkriterium, nach dem sie ihr Kapital an Investoren vergeben.⁴⁷⁶ Für unabhängige VC-Investoren bedeutet dies, dass sie mit einer erfolgreichen Investmenthistorie in einem bestimmten Sektor leichter und schneller weiteres Kapital für Investitionen in genau demselben Sektor einwerben können. Es ist für sie daher vorteilhaft, sich auf einen einmal gewählten Investitionsfokus zu beschränken, um auf Basis von erfolgreichen Investments eine entsprechende Reputation aufzubauen. Dies wiederum ermöglicht den Zugang zu weiterem Kapital institutioneller Anleger und somit weitere reputationsbildende Investitionen. Das Bestreben eine Reputation in einem bestimmten Sektor aufzubauen, um langfristig im Markt bestehen zu können, würde möglicherweise den Handlungsspielraum bzgl. der Investitionsstrategien von VC-Gesellschaften einschränken.

Im Gegensatz zu den in Abschnitt 3.2.4.1. dargestellten, auf dem Konzept der Historizität basierenden Erklärungsansätzen, stehen die hier identifizierten Lern- und Komplementaritätseffekte im Einklang mit dem für Pfadabhängigkeiten zentralen Mechanismus der sich selbst verstärkenden, positiven Rückkopplungseffekte. Sie begründen eine mögliche Inflexibilität der VC-Gesellschaften nicht mit einem historischen Ereignis, welches sich noch immer prägend auf die Gegenwart auswirkt, sondern mit der sich aus einem dynamischen, selbst verstärkenden Prozess ergebenden unternehmerischen Ausrichtung der VC-Gesellschaften. Die drei möglichen Rückkopplungseffekte auf Ebene der VC-Gesellschaften werden nachfolgend in Tabelle 5 noch einmal zusammengefasst.

⁴⁷⁶ Vgl. Gompers et al. (1998, S.174ff.).

| Mechanismus der positiven Rückkopplung | Kontext der VC-Gesellschaft | Beschreibung |
|---|---|---|
| Lerneffekt | Aufbau sektorspezifisches Know-how | VC-Gesellschaften erlangen sektorspezifisches Know-how durch wiederholte Investitionen in junge Technologie-unternehmen in demselben Sektor. Dadurch verbessern sich die Erfolgsaussichten weiterer Investitionen in dem Sektor, da VC-Gesellschaften das Management ihrer Beteiligungen aktiv mit ihrem Know-how unterstützen. Da sich diese Art von Lerneffekten erst mit der Zeit einstellen, besteht für die VC-Gesellschaften ein Anreiz, ihre Investitionstätigkeit auf wenige Sektoren zu beschränken. |
| Komplementaritätseffekt | Kombination von internem und externem Know-how | VC-Gesellschaften nutzen bei ihren Investitionsentscheidungen neben internem Know-how auch das Know-how externer Experten. Der Zugang zu externen Experten ergibt sich in der Regel mit der Zeit u.a. durch wiederholte Investitionen in einem Industriesektor. Die Kombination von internem Know-how und externem Expertennetzwerk ergibt für die VC-Gesellschaften eine meist sektorspezifische Kompetenz, die zu einer Verstärkung der Sektorfokussierung führt. |
| | Kombination von Reputation und Zugang zu externem Kapital | VC-Gesellschaften müssen i.d.R. Kapital von externen Investoren einwerben, um Investitionen überhaupt durchführen zu können. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist aus Sicht der Kapitalgeber die Existenz einer erfolgreichen Investmenthistorie (Reputation). Um eine erfolgreiche Investitionshistorie aufzubauen und aufrechtzuerhalten, fokussieren sich VC-Gesellschaften auf bestimmte Sektoren und beschränken sich somit in ihrer Investitionstätigkeit. |

Tabelle 5: Rückkopplungseffekte auf Ebene der VC-Gesellschaften.

3.2.5 Zusammenfassung des Pfadabhängigkeitskonzeptes

In den vorangegangenen Abschnitten wurde das Pfadabhängigkeitskonzept einführend dargestellt und gezeigt, dass es einen belastbaren Erklärungsansatz für strategische Inflexibilität bei Organisationen im Allgemeinen und bei VC-Gesellschaften im Besonderen liefert. Ursächlich für das Auftreten von Pfadabhängigkeiten bei Organisationen sind unterschiedliche Mechanismen positiver Rückkopplung. Mit Blick auf die Zielsetzung dieser Studie wurden zwei Mechanismen, Lerneffekte und Komplementaritätseffekte, identifiziert, die theoretisch erklären können, wieso VC-Gesellschaften möglicherweise aus ökonomischer Sicht attraktive Investitionen, die in für sie neuen Technologiesektoren liegen, nicht realisieren und sich stattdessen auf angestammte Sektoren fokussieren. Diese Erkenntnis dient als eine Grundlage für die nachfolgende Konzipierung der empirischen Untersuchung.

4 Konzeption der Empirischen Analyse

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Ursachen für die geringe Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor zu identifizieren. Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Begrifflichkeiten definiert und zwei unterschiedliche theoretische Erklärungsansätze dargestellt wurden, werden in diesem Kapitel die Grundlagen für die empirische Analyse des Sachverhaltes geschaffen. In einem ersten Schritt werden hierfür die Forschungsfragen auf den Grundlagen des Ausgangsphänomens und des derzeitigen Forschungsstandes formuliert. In einem zweiten Schritt werden auf Basis der Forschungsfragen und der theoretischen Erklärungsansätze Hypothesen abgeleitet, die im Rahmen einer empirischen Analyse überprüft werden.

4.1 Ausgangsphänomen

Wie bereits in der Einführung zu dieser Arbeit dargestellt, entfällt auf junge Technologieunternehmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor, im Vergleich zu anderen Industrien, wie beispielsweise Biotechnologie oder Informationstechnologie, nur ein geringer Anteil des in Deutschland investierten Venture Capitals.⁴⁷⁷

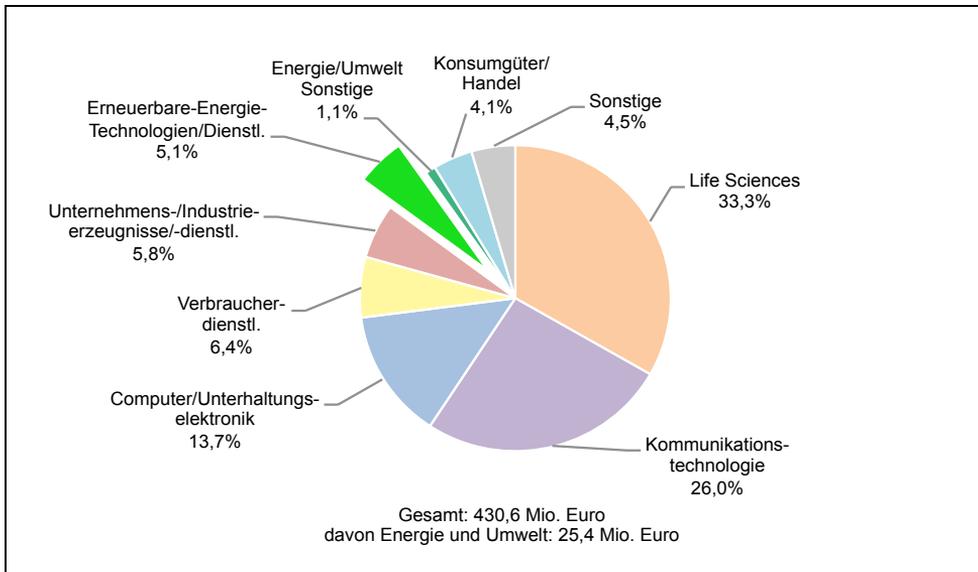


Abbildung 16: VC-Investitionen in Deutschland 2011 nach Sektoren.⁴⁷⁸

Diese Gegebenheit ist sowohl aus wirtschaftspolitischer als auch gesellschaftlicher Sicht unbefriedigend, denn Venture Capital fördert nachweislich die Kommerzialisie-

⁴⁷⁷ Vgl. BVK (2012, S.7).

⁴⁷⁸ BVK (2012, S.7).

rung von Innovationen und ist ein elementarer Bestandteil der Unternehmensfinanzierung junger Technologieunternehmen.⁴⁷⁹

Dem Erneuerbare-Energien-Sektor fällt eine zentrale Bedeutung bei der Reduzierung des Treibhausgasausstoßes und der Erreichung der Klimaziele zu. Gleichzeitig erhöht sich mit zunehmendem Anteil an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien das Anforderungsprofil an diese hinsichtlich ihrer technischen und zeitlichen Verfügbarkeit. Der Erneuerbare-Energien-Sektor stellt darüber hinaus mit 372.000 Beschäftigten einen erheblichen Wirtschaftsfaktor in Deutschland dar, der sich in einem starken internationalen Wettbewerb behaupten muss.⁴⁸⁰ Damit der Erneuerbare-Energien-Sektor die ihm angedachte Rolle beim Umbau des Energiesystems einnehmen kann, sind neben Investitionen in die Energieinfrastruktur weitere Innovationen und kontinuierliche Verbesserungen der bestehenden Technologien erforderlich. Nur auf diese Weise wird es möglich sein, die bislang unbefriedigende Kosteneffizienz vieler technologischer Ansätze im Vergleich zu konventionellen Energietechnologien auf fossiler Basis zu verbessern und die bedarfsgerechte Einsatzfähigkeit der Erneuerbare-Energie-Technologien zu erhöhen.⁴⁸¹ Eine ausreichende Verfügbarkeit von Venture Capital zur Finanzierung junger, innovativer Technologieunternehmen ist hierfür eine wesentliche Voraussetzung.

4.2 Übersicht des Forschungsstands

Die geringe Bereitstellung von Venture Capital für junge Technologieunternehmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor, lässt sich auf der Basis statistischer Daten relativ gut nachvollziehen.⁴⁸² Die dahinterliegenden Ursachen hingegen sind schwieriger zu entschlüsseln. Die Frage nach den Ursachen war bisher nur Gegenstand zweier wissenschaftlicher Studien, die bereits im Abschnitt 3.1.3.1 im Kontext der Analyse von Investitionsentscheidungskriterien kurz dargestellt wurden. Der Untersuchungsansatz und die Erkenntnisse der beiden Studien werden nachfolgend detailliert dargestellt, da sie die Grundlage für die Konzeption der vorliegenden Studie bilden.

Kasemir et al. untersuchten als erste das Investitionsumfeld für VC-Investoren im Erneuerbare-Energien-Sektor aus europäischer Perspektive.⁴⁸³ Der Schwerpunkt ihrer explorativen Studie liegt auf dem Einfluss wirtschaftlicher und rechtlicher Rahmenbedingungen auf die Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor. Hierzu führten Kasemir et al. eine qualitative Expertenbefragung von Vertretern von VC-Gesellschaften, jungen Technologieunternehmen und Vertretern der europäischen Kommission durch (»Policy Exercise Study«). Ziel ihrer Studie war es, Maßnahmen zu identifizieren, die auf europäischer Ebene von politischen Akteuren

⁴⁷⁹ Vgl. Hellmann und Puri (2000, S.959ff.), Bertoni et al. (2005, S.1ff.).

⁴⁸⁰ Die Zahl der Beschäftigten bezieht sich auf das Jahr 2011. Vgl. O'Sullivan et al. (2012, S.7).

⁴⁸¹ Für einen Vergleich der Erzeugungskosten siehe Fraunhofer-ISE (2012).

⁴⁸² Vgl. BVK (2009, Tab5; 2010, S.7; 2011, S.7; 2012, S.7).

⁴⁸³ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.891ff.).

getroffen werden können, um das Investitionsumfeld für VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor zu verbessern. Als ein Ergebnis ihrer Befragungen identifizieren Kasemir et al., neben allgemeinen VC-Markt-spezifischen Faktoren, unterschiedliche sektorspezifische Gegebenheiten des Erneuerbare-Energien-Sektors, die aus Sicht der VC-Gesellschaften und der Technologieunternehmen zu einem erhöhten Entwicklungs- und Absatzmarktrisiko führen. Unter Entwicklungsrisiko lassen sich die hohe Kapitalintensität der Produktentwicklung, lange Innovationszeiträume und unklare Vorteile der Produkte aus Endkundensicht zusammenfassen. Das erhöhte Entwicklungsrisiko veranlasst, entsprechend den Befragungsergebnissen, insbesondere junge VC-Gesellschaften dazu, sich in ihrer Investmenttätigkeit auf attraktive Nischen im Erneuerbare-Energien-Sektor zu beschränken. Das Absatzmarktrisiko erhöht sich durch die uneinheitliche, oligopole Marktstruktur des europäischen Energiemarktes. Das damit einhergehende kommerzielle Risiko wird ganz allgemein als Hindernis für ein breites Engagement der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor gesehen. Die Untersuchung von Kasemir et al. ergibt somit erste Hinweise darauf, welche sektorspezifischen Hemmnisse aus Sicht der VC-Gesellschaften Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor erschweren. Der gewählte qualitative Untersuchungsansatz erlaubt jedoch keine weitergehende Betrachtung und Analyse der identifizierten Hemmnisse.⁴⁸⁴

Wüstenhagen und Teppo untersuchen in ihrer Studie zwei unterschiedliche Erklärungsansätze für die geringe Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor: ein vergleichsweises unattraktives Risiko-Rendite-Verhältnis für VC-Investitionen sowie eine geringe Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften aufgrund von Pfadabhängigkeiten.⁴⁸⁵ Im ersten Teil der Studie werden mit Hilfe einer Literaturanalyse und einer explorativen Expertenbefragung europäischer und nordamerikanischer VC-Gesellschaften fünf unterschiedliche sektorspezifische Faktoren identifiziert, die das Investitionsrisiko im Erneuerbare-Energien-Sektor negativ beeinflussen. In einem zweiten Schritt versuchen Wüstenhagen und Teppo zu zeigen, dass die identifizierten Risikofaktoren auch tatsächlich das Investitionsrisiko für VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor im Vergleich zu anderen Sektoren, wie bspw. Biotechnologie oder Informationstechnologie, erhöhen.⁴⁸⁶ Hierzu wurde eine weitere Expertenbefragung diesmal mittels Fragebogen durchgeführt. Die Befragungsergebnisse deuten darauf hin, dass, gemessen an den fünf sektorspezifischen Faktoren, das Investitionsrisiko für den Erneuerbare-Energien-Sektor vergleichsweise hoch ist. Anschließend werden potentiell negative Einflussfaktoren auf die Rendite von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor identifiziert. Die Betrachtung einiger Fallstudien von VC-Investitionen zeigt allerdings, wenn auch nur exemplarisch, dass sich im Erneuerbare-Energien-Sektor durchaus attraktive finanzielle Renditen erwirtschaften lassen. Es

⁴⁸⁴ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.891ff.).

⁴⁸⁵ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006).

⁴⁸⁶ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2004, S.23ff.).

bleibt daher offen, ob ein möglicherweise relativ gesehen höheres sektorspezifisches Risiko von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor durch entsprechend hohe Renditen unzureichend kompensiert wird. Wüstenhagen und Teppo selbst sehen in den Ergebnissen ihrer Studie hierfür keine ausreichenden Belege.⁴⁸⁷ In einem zweiten, alternativen Erklärungsansatz betrachten Wüstenhagen und Teppo daher Pfadabhängigkeiten als mögliche Ursache für eine geringe Gründer- und Investitionstätigkeit.⁴⁸⁸ Dabei legen sie allerdings eine sehr weite Definition von Pfadabhängigkeit zugrunde, die in der wissenschaftlichen Literatur eigentlich für das Prinzip der Historizität verwendet wird.⁴⁸⁹ »A process is path dependent if what has happened in the past has an impact on the choices that are available in the present.«⁴⁹⁰ Auf Grundlage der von Ihnen durchgeführten Expertenbefragungen sehen sie Hinweise dafür, dass es zu Lerneffekten auf Seiten der VC-Gesellschaften kommen kann, die zu einer Fokussierung der Investitionstätigkeit auf angestammte Sektoren führen. Die geringe zu beobachtende Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor wäre, entsprechend diesem Untersuchungsergebnis, einer unzureichenden Bereitstellung von Kapital geschuldet.

Beide Studien, Kasemir et al. und Wüstenhagen und Teppo, liefern erste Erkenntnisse zu den Ursachen für die geringe Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor. Sie weisen allerdings auch eine Reihe von Schwachpunkten auf, sodass der Erkenntnisgewinn der Studien insgesamt als begrenzt angesehen werden kann. Ein Schwachpunkt beider Studien ist die inhärente Annahme, dass es sich bei dem Erneuerbare-Energien-Sektor um einen homogenen Sektor handelt. Die Studien differenzieren nicht zwischen einzelnen Technologiesegmenten, obwohl diese bei genauerer Betrachtung deutlich unterschiedliche Charakteristiken bspw. hinsichtlich Risiken und Renditepotentialen, aufweisen.⁴⁹¹ Eine solche vereinfachende Annahme ist zwecks Handhabbarkeit der Untersuchung für einen ersten explorativen Untersuchungsansatz durchaus sachdienlich. Die einheitliche und somit implizit durchschnittliche Betrachtung eines an sich heterogenen Sektors begrenzt allerdings die Möglichkeiten für einen weitergehenden Erkenntnisgewinn. Insbesondere bei der Frage nach sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis, die für die einzelnen Segmente möglicherweise unterschiedlich ausfallen, wäre eine segmentgenaue Betrachtung erforderlich. Diese fehlende Differenzierung nach Segmenten könnte durchaus eine Erklärung für die ergebnislose Risiko-Rendite-Betrachtung durch Wüstenhagen und Teppo sein.⁴⁹² Beide Studien berücksichtigen außerdem bestehende Un-

⁴⁸⁷ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.80).

⁴⁸⁸ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.80–82).

⁴⁸⁹ Vgl. Abschnitt 3.2. dieser Arbeit für eine Definition von Pfadabhängigkeit entsprechend der wissenschaftlichen Literatur und Abschnitt 3.2.4.1 für eine Abgrenzung von Pfadabhängigkeit gegenüber anderen Konzepten der Historizität.

⁴⁹⁰ Wüstenhagen und Teppo (2006, S.80).

⁴⁹¹ Vgl. Darstellung der einzelnen Technologiesegmente in Abschnitt 2.2 bzw. die Zusammenfassung in Abschnitt 2.2.1.7 dieser Arbeit.

⁴⁹² Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.80 und S.84).

terschiede zwischen den VC-Investoren nicht. Untersuchungen zum Investitionsverhalten von VC-Investoren zeigen jedoch, dass bestimmte Merkmale von VC-Investoren, wie bspw. die Investorenerfahrung oder die Art der Kapitalgeber einen Einfluss auf das Investitionsverhalten haben können.⁴⁹³ Bei der Befragung von VC-Investoren hinsichtlich ihrer Investitionsentscheidung muss entsprechend dieser Merkmale differenziert bzw. die Ergebnisse hinsichtlich dieser Merkmale kontrolliert werden, um belastbare Ergebnisse zu erhalten. Wüstenhagen und Teppo bspw. befragen fast ausschließlich VC-Investoren mit Investorenerfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor.⁴⁹⁴ Während dieser Ansatz sicherstellt, dass die Befragten sich mit hoher Wahrscheinlichkeit intensiv mit Investitionshemmnissen auseinandergesetzt haben und diese relativ präzise beschreiben und bewerten können, bleiben Hemmnisse aus Sicht der Investoren die noch nicht im Erneuerbare-Energien-Sektor investiert haben unberücksichtigt. Da das Untersuchungsproblem aber genau die geringe bzw. fehlende Investitionstätigkeit der VC-Investoren ist, wird ein wichtiger Teil der Untersuchungsgruppe in diesem Ansatz nicht berücksichtigt. Der weitestgehend qualitativ, explorativ gehaltene Forschungsansatz beider Studien ermöglicht prinzipiell keine weitergehende, differenzierte Evaluierung der identifizierten Einflussfaktoren. Zwar quantifizieren Wüstenhagen und Teppo ihre explorativ gewonnenen Erkenntnisse in einem zweiten Untersuchungsschritt; über eine Einschätzung der Wichtigkeit einzelner Einflussfaktoren geht ihre Analyse allerdings nicht hinaus.⁴⁹⁵ Bzgl. des zweiten theoretischen Erklärungsansatzes für die geringe Investitionstätigkeit, die Existenz von Pfadabhängigkeiten, gehen Wüstenhagen und Teppo ebenfalls ausschließlich explorativ vor.⁴⁹⁶ Wie bereits weiter oben angemerkt, entspricht dabei ihre Definition von Pfadabhängigkeit nicht der hierfür in der wissenschaftlichen Literatur verwendeten Definition. Dennoch liefert die Auswertung der explorativen Interviews erste Erkenntnisse hinsichtlich des Einflusses möglicher Pfadabhängigkeiten auf die Investitionstätigkeit von VC-Investoren. Aus den Antworten der Studienteilnehmer lässt sich auf die Existenz von Lerneffekten bei

⁴⁹³ Vgl. hierzu auch Abschnitt 3.1.3 sowie Parhankangas (2007, S.183ff.), Clercq (2003, S.49ff.), Norton und Tenenbaum (1993, S.431ff.), Manigart et al. (2002, S.291ff.). Parhankangas (2007, S.183ff.) zeigen, dass Investorenerfahrung bei VC-Investoren dazu führt, dass Investmentrisiken zwar höher eingeschätzt werden, gleichzeitig aber auch höhere Risiken eingegangen werden. Es kommen aber auch häufiger Strukturierungsoptionen wie die Syndizierung von Beteiligungen zum Einsatz, die das Risiko für den einzelnen VC-Investor reduzieren.

Norton und Tenenbaum (1993, S.431ff.) und Clercq (2003, S.49ff.) sehen in ihren Studienergebnissen Belege dafür, dass VC-Investoren sich in ihrer Investmentstrategie auf eine bestimmte Industrie fokussieren, um Risiken von Frühphasen-Investitionen durch fundierte Analyse und Einbringung eigener Expertise zu reduzieren. Dementsprechend würden spezialisierte VC-Gesellschaften bzw. VC-Gesellschaften mit bestehender Investorenerfahrung in einer Industrie weniger von Risiken in ihrer Investmententscheidung beeinflusst werden bzw. die Risiken geringer einschätzen.

Manigart et al. (2002, S.291ff.) zeigen, dass VC-Investoren, die auf Frühphasen-Investitionen spezialisiert sind, höhere Renditeanforderungen haben als Investoren die in unterschiedlichen Phasen investieren. Sie zeigen auch, dass die Art des Kapitalgebers einen Einfluss auf die Investmentstrategie hat. Unabhängige VC-Investoren, die allein finanzielle Interessen verfolgen, haben wesentlich höhere Renditeanforderungen als öffentlich geförderte oder unternehmensinterne VC-Investoren.

⁴⁹⁴ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.67).

⁴⁹⁵ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2004, S.23ff.).

⁴⁹⁶ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.80ff.).

VC-Investoren schließen, die eine Beschränkung der Investitionstätigkeit auf angestammte Sektoren vermuten lässt. In der Studie wird allerdings nicht systematisch nach den möglichen Mechanismen positiver Rückkopplung, dem wesentlichen Erkennungsmerkmal pfadabhängiger Prozesse, gesucht.⁴⁹⁷ Dabei sind die Mechanismen positiver Rückkopplung bei Organisationen, wie beispielsweise Lerneffekte oder Komplementaritätseffekte, aus der Literatur weitestgehend bekannt.⁴⁹⁸ Aufgrund des qualitativ explorativen Untersuchungsansatzes und der fehlenden Systematik bleibt die Frage unbeantwortet, ob und, wenn ja, welche der bei Organisationen prinzipiell möglichen Pfadabhängigkeiten die geringe Investitionstätigkeit von VC-Investoren im Erneuerbare-Energien-Sektor verursachen könnten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die bestehenden Studien einen ersten weitestgehend qualitativ, explorativ gehaltenen Untersuchungsansatz verfolgen. Dieser Ansatz lässt jedoch systembedingt keine weiterführende, differenzierte und detaillierte Betrachtung des Untersuchungsproblems zu. Die besonderen Merkmale des Erneuerbare-Energien-Sektors, mit unterschiedlichen Industriesegmenten und Investorentypen, bleiben weitestgehend unberücksichtigt. Ebenfalls unbeantwortet bleibt die Frage, welche der möglichen Pfadabhängigkeiten bei VC-Gesellschaften tatsächlich zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit führen und welche Mechanismen positiver Rückkopplung hierfür verantwortlich sind. Aus Sicht sowohl der politischen Akteure als auch der Kapitalgeber ist es wichtig, die Investitionshemmnisse für VC-Gesellschaften und deren Ursachen genau zu verstehen. Nur so können erstere, falls gewünscht, Maßnahmen ergreifen und die Hemmnisse gezielt abbauen und letztere ihr Kapital effektiv im Erneuerbare-Energien-Sektor investieren.

4.3 Forschungsfragen

Die kritische Würdigung des Forschungsstandes zeigt, dass die bisher größtenteils explorativ gehaltenen empirischen Untersuchungen zwangsläufig eine Reihe von weiterführenden Fragen zum Sachverhalt unbeantwortet lassen. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die noch bestehende Forschungslücke zu verringern und einen detaillierten Überblick zu Investitionshemmnissen im Erneuerbare-Energien-Sektor und ihren Ursachen zu gewinnen. Als Grundlage für die vorliegende Forschungsarbeit dienen Forschungsfragen, die sich aus den beschriebenen Ausgangsphänomen und der kritischen Würdigung des aktuellen Forschungsstandes ableiten. Die beiden unterschiedlichen theoretischen Erklärungsansätze für die geringe Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor bilden die Grundlage für die weitere Arbeit: (1) ein unzureichend attraktives Risiko-Rendite-Verhältnis der Investitionen aus Sicht der VC-Gesellschaften und (2) eine ineffiziente Kapitalallokation aufgrund von Pfadabhängigkeiten auf Ebene der VC-Gesellschaften. Entsprechend der

⁴⁹⁷ Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 3.2.1 und 3.2.4.2.

⁴⁹⁸ Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 3.2.4.2.

beiden Ansätze lassen sich zwei übergeordnete Forschungsfragen formulieren, aus denen sich dann weitere detaillierte Fragestellungen ableiten lassen.

4.3.1 *Forschungsfragen zur ökonomischen Attraktivität von Investitionen*

Die erste Forschungsfrage befasst sich mit der möglicherweise unzureichenden ökonomischen Attraktivität von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Die Attraktivität einer Investition lässt sich, wie in Abschnitt 3.1. ausführlich dargestellt, im Kontext der Entscheidungs- und Investitionstheorie mit Hilfe des Risiko-Rendite-Verhältnisses beschreiben. Investoren wägen vor einer Investition Risiken und Renditepotentiale gegeneinander ab und treffen entsprechend ihrer individuellen Präferenz eine Investitionsentscheidung. Wenn Renditepotential und Risiken in keinem ausreichend attraktiven Verhältnis zueinander stehen, wird die Investition nicht durchgeführt. Um die Attraktivität von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor zu beurteilen, müssen die sektorspezifischen Komponenten des Risiko-Rendite-Verhältnisses betrachtet werden. In der wissenschaftlichen Literatur gibt es bereits eine Reihe von allgemeinen Untersuchungen zu Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen.⁴⁹⁹ Dabei wird jeweils die Perspektive der VC-Investoren eingenommen, da deren subjektive Einschätzung von Risiken und Renditepotential für die Investitionsentscheidung relevant ist. Um herauszufinden, ob und, wenn ja, welche Einflussfaktoren speziell im Erneuerbare-Energien-Sektor die Attraktivität von VC-Investitionen beeinflussen, wird die vorliegende Untersuchung bewusst auf diese *sektorspezifischen* Einflussfaktoren bzw. *sektorspezifischen* Risiken und Renditepotentiale beschränkt. Die in Abschnitt 3.1.3.2. durchgeführte Kategorisierung der Einflussfaktoren dient dabei als Grundlage für die Eingrenzung des Untersuchungsumfangs. Die erste Forschungsfrage lässt sich entsprechend wie folgt formulieren:

Forschungsfrage 1: Beeinträchtigen sektorspezifische Einflussfaktoren VC-Gesellschaften bei Investitionen in junge Technologiefirmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor?

Die Herausforderung mit Blick auf die erste Forschungsfrage besteht darin, dass weder der Erneuerbare-Energien-Sektor noch die Gruppe der VC-Gesellschaften homogene Einheiten bilden. Eine ausschließlich allgemeine Betrachtung sektorspezifischer Einflussfaktoren und des Investitionsverhaltens von VC-Gesellschaften wird dem Untersuchungsgegenstand daher nicht in vollem Umfang gerecht. Um präzise, differenzierte und aussagekräftige Antworten zu erhalten, wird die Forschungsfrage 1 daher zusätzlich weiter differenziert. Von Interesse ist dabei eine differenzierte Betrachtung sowohl der unterschiedlichen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors

⁴⁹⁹ Vgl. Abschnitt 3.1.3.1, z.B. MacMillan et al. (1987, S.123ff.), Ruhnka und Young (1991, S.115ff.).

als auch der Unterschiede innerhalb der Gruppe der VC-Gesellschaften. Zu diesem Zweck werden zusätzlich zwei weiterführende Forschungsfragen formuliert, die jeweils einen unterschiedlichen Aspekt der Forschungsfrage 1 vertiefen (Forschungsfragen 2 und 3). Die erste der beiden weiterführenden Forschungsfragen widmet sich der unterschiedlichen Ausprägung sektorspezifischer Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors. Wie die in Abschnitt 2.2.1. dargestellte Übersicht zeigt, besteht der Erneuerbare-Energien-Sektor aus einer Vielzahl unterschiedlicher Technologiesegmente. Betrachtet man beispielhaft die Photovoltaik und die Wasserkraft, wird klar, dass die beiden Technologien allein schon technologisch bedingt unterschiedliche Einsatz- und somit Marktpotentiale aufweisen.⁵⁰⁰ Sie unterscheiden sich aber auch hinsichtlich ihres Entwicklungsstands, was sich in unterschiedlichen Positionen im Technologielebenszyklus reflektiert.⁵⁰¹ Entsprechend unterschiedlich stellen sich die technologischen und kommerziellen Risiken der einzelnen Technologiesegmente für potentielle VC-Investoren dar. Betrachtet man sektorspezifische Einflussfaktoren im Erneuerbare-Energien-Sektor, so ist in einem ersten Schritt zu klären, ob und, wenn ja, in welchem Umfang sich die Einflussfaktoren für die einzelnen Technologiesegmente aufgrund sektorspezifischer Merkmale unterscheiden.

Forschungsfrage 2: Unterscheiden sich sektorspezifische Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors aufgrund sektorspezifischer Merkmale?

Die zweite weiterführende Forschungsfrage betrachtet Unterschiede zwischen den VC-Gesellschaften. Im Abschnitt 2.1.3. dieser Arbeit wurde gezeigt, dass das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften von bestimmten Merkmalen beeinflusst wird, nämlich davon, welche Art von Kapitalgeber dahinter stehen und welche Investorenerfahrungen bisher gesammelt wurden.⁵⁰² Es besteht somit die Möglichkeit, dass VC-Gesellschaften aufgrund solcher unterschiedlicher Merkmale sektorspezifische Einflussfaktoren unterschiedlich wahrnehmen bzw. von diesen in ihrer Investitionsentscheidung unterschiedlich beeinflusst werden. Die Forschungsfrage 1 lässt sich daher nur präzise beantworten, wenn diese Unterschiede auf der Ebene der VC-Gesellschaften berücksichtigt werden. Gegenstand der nächsten Forschungsfrage ist daher, inwieweit bestimmte Merkmale der VC-Gesellschaften die Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren bzw. ihr Investitionsverhalten beeinflussen:

⁵⁰⁰ Vgl. Übersicht der Marktdaten in Abschnitt 2.2.1.7.

⁵⁰¹ Vgl. Abbildung 12 in Abschnitt 2.2.1.8.

⁵⁰² Vgl. Parhankangas (2007, S.183ff.), Clercq (2003, S.49ff.), Norton und Tenenbaum (1993, S.431ff.), Manigart et al. (2002, S.291ff.).

Forschungsfrage 3: Wie beeinflussen unterschiedliche Merkmale der VC-Gesellschaften, wie bspw. Art der Kapitalgeber, Investorenerfahrungen und die Ausrichtung der Investmentstrategie, die Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren und dementsprechend ihr Investitionsverhalten bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

Ein differenzierendes Merkmal der VC-Gesellschaften, welches in der vorhandenen Literatur bisher nicht im Zusammenhang mit Investitionsentscheidungen von VC-Gesellschaften untersucht wurde, ist die Art und Weise, wie VC-Gesellschaften Risiken und Chancen junger Technologieunternehmen evaluieren. Wie im Abschnitt 2.1.6.1. dargelegt, ist die Beteiligungsprüfung ein zentraler Bestandteil des Investitionsprozesses der VC-Gesellschaften. Neue, innovative Technologien stellen für Investoren eine große Herausforderung hinsichtlich der Identifikation von Risiken und Zukunftspotentialen dar. Bisher wurde in wissenschaftlichen Studien in der Regel untersucht, welchen Effekt Investorenerfahrung auf die Wahrnehmung von Risiken oder das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften hat.⁵⁰³ Die Annahme ist, dass VC-Gesellschaften, die über Investorenerfahrungen verfügen, besser dazu in der Lage sind, Risiken zu beurteilen, als VC-Gesellschaften, die nicht über diese Erfahrungen verfügen. Für die systematische Analyse von neuen Technologien stehen VC-Investoren aber neben den eigenen Erfahrungen potentiell auch Methoden zur sogenannten »Technologiefrühaufklärung« zur Verfügung. Technologiefrühaufklärung bezeichnet ganz allgemein das systematische und kontinuierliche Beobachten bestehender und das frühzeitige Erkennen neuer Technologien mit dem Ziel, technologische Trends und Entwicklungen in der Zukunft vorherzusagen.⁵⁰⁴ Sie wird überwiegend von Technologieunternehmen als Teil des strategischen Managements genutzt und umfasst Methoden, die dabei helfen, zukünftige Risiken und Potentiale von Technologien systematisch zu bewerten.⁵⁰⁵ Die Technologiefrühaufklärung übernimmt zum einen die Identifikation und Beobachtung von Ansätzen zukünftiger Technologien (»Technologiefrüherkennung«) und zum anderen die Bewertung der Potentiale und Restriktionen identifizierter Technologiefelder (»Technologieprognose«).⁵⁰⁶ In der praktischen Anwendung durch Unternehmen gehen die beiden Funktionen, Technologiefrüherkennung und Technologieprognose allerdings häufig ineinander über.⁵⁰⁷ Der systematische

⁵⁰³ Vgl. Parhankangas (2007), De Clercq (2003), Norton und Tenenbaum (1993) sowie Manigart et al. (2002).

⁵⁰⁴ Vgl. Reger (2006, S.304). An dieser Stelle wird mit Blick auf den Umfang der vorliegenden Arbeit auf eine ausführliche Darstellung der Technologiefrühaufklärung und ihrer Methoden verzichtet. Für eine ausführliche Einführung bieten sich Peiffer (1992), Landwehr (2007), Cuhls (2008), Servatius (1985), Lichtenthaler (2002) und Reger (2006) an.

⁵⁰⁵ Für eine Einführung in die Methoden der Technologiefrühaufklärung vgl. Lichtenthaler (2002, S.329ff.), Lichtenthaler (2008, S.63ff.), Peiffer (1992, S.132ff.), Landwehr (2007, S.43ff.), Cuhls (2008, S.12–13).

⁵⁰⁶ Vgl. Landwehr (2007, S.14–17).

⁵⁰⁷ Vgl. Lichtenthaler (2002, S.15). Weitestgehend deckungsgleich mit dem hier verwendeten Begriff Technologiefrühaufklärung werden in der Literatur im Zusammenhang mit der Anwendung durch Unterneh-

Einsatz von Methoden zur Technologiefrühaufklärung kann möglicherweise auch VC-Gesellschaften dabei helfen, Risiken und Potentiale besser einzuschätzen und somit einen Mangel an Investorenerfahrung zu kompensieren. Belastbare Erkenntnisse zu diesem Sachverhalt wären angesichts des langwierigen und kostspieligen Prozesses, Investorenerfahrung in der Praxis zu sammeln, insbesondere für junge VC-Gesellschaften von großem Interesse. Inwieweit Methoden zur Technologiefrühaufklärung tatsächlich von VC-Gesellschaften genutzt werden, um sektorspezifische Risiken und Potentiale von Technologieunternehmen zu bewerten und ob die Nutzung einen Einfluss auf die Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses und das Investitionsverhalten hat, wird daher ebenfalls Gegenstand der Forschungsfrage 3 sein.

4.3.2 Forschungsfragen zu Pfadabhängigkeiten bei VC-Gesellschaften

Die fünfte Forschungsfrage dieser Arbeit bezieht sich auf die mögliche Existenz von Pfadabhängigkeiten bei den VC-Gesellschaften und deren Auswirkungen auf das Investmentverhalten. Wie in Abschnitt 3.2.4. beschrieben, stellen Pfadabhängigkeiten einen zweiten möglichen Erklärungsansatz für die geringen VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor dar. Demnach besteht die Möglichkeit, dass Pfadabhängigkeiten bei den VC-Gesellschaften zu Inflexibilität hinsichtlich der Ausrichtung der Investmentstrategie führen können. In diesem Fall könnten Pfadabhängigkeiten die geringe Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor erklären. Wie in Abschnitt 4.2. dargestellt, ist dieser mögliche theoretische Erklärungsansatz bisher nur ansatzweise in wissenschaftlichen Studien untersucht worden. In der vorliegenden Arbeit wird daher systematisch nach Pfadabhängigkeiten auf Ebene der VC-Gesellschaften gesucht.

Forschungsfrage 4: Führen Pfadabhängigkeiten auf der Ebene der VC-Gesellschaften zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor?

Insgesamt sind somit vier Forschungsfragen aufgestellt worden, die den Rahmen für die weitere Untersuchung vorgeben. Im nächsten Schritt werden zu den Forschungsfragen Hypothesen entwickelt, mit deren Hilfe die Forschungsfragen beantwortet werden sollen.

men auch die Begriffe »Technologiefrüherkennung« (Reger 2006) und »Technology Intelligence« (Lichtenthaler 2002) verwendet. Für eine ausführliche Betrachtung unterschiedlicher Begriffe und Konzepte vgl. (Landwehr 2007, S.15ff.).

4.4 Herleitung der Hypothesen

Hypothesen sind empirisch oder theoretisch begründete Vermutungen zu einem Sachverhalt.⁵⁰⁸ In dem vorliegenden Fall ist der Sachverhalt die geringe Investitionsaktivität der VC-Investoren im Erneuerbare-Energien-Sektor. Die Formulierung von Hypothesen dient dazu, Forschungsfragen empirisch überprüfbar zu machen. Damit Hypothesen den Grundsätzen wissenschaftlicher Arbeit entsprechen und zu einem wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn beitragen, müssen sie eine Reihe von Anforderungen erfüllen: Hypothesen sollen prinzipiell empirisch überprüfbar und für die weitere Untersuchung so formuliert sein, dass sie falsifiziert werden können. Sie sollen außerdem einen hinreichenden Informationsgehalt aufweisen, präzise und eindeutig formuliert, logisch aufgebaut und theoretisch fundiert sein.⁵⁰⁹ Entsprechend dieser Vorgaben werden nachfolgend zu jeder Forschungsfrage Hypothesen entwickelt, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit überprüft werden.

4.4.1 *Hypothesen zur Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses und Auswirkungen auf das Investitionsverhalten*

Forschungsfrage 1

Die erste Forschungsfrage dieser Studie ist, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, relativ allgemein gehalten und bezieht sich auf den Einfluss sektorspezifischer Einflussfaktoren auf das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor.⁵¹⁰ Forschungsfrage 1: Beeinträchtigen sektorspezifische Einflussfaktoren VC-Gesellschaften bei Investitionen in junge Technologiefirmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor? Die in Abschnitt 3.1. dargelegte Entscheidungs- und Investitionstheorie bildet den theoretischen Rahmen, in dem diese erste Forschungsfrage betrachtet und beantwortet wird. Entsprechend der Investitionstheorie tätigt ein Investor nur dann eine Investition, wenn diese aus seiner Sicht ein attraktives Risiko-Rendite-Verhältnis aufweist.⁵¹¹ Wenn sektorspezifische Einflussfaktoren das Risiko-Rendite-Verhältnis von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor negativ beeinflussen, könnte dies die geringe beobachtete Investitionstätigkeit von VC-Investoren in diesem Sektor erklären. Dies wäre zum Beispiel dann der Fall, wenn die Einflussfaktoren aus Sicht der VC-Gesellschaften – ceteris paribus – entweder das Risiko einer Investition erhöhen oder deren Renditepotential verringern oder beides gleichzeitig. Abbildung 17 zeigt beispielhaft, wie Risiko und Renditepotential die Attraktivität einer Investition aus der Sicht eines risikoaversen Investors bestimmen.

⁵⁰⁸ Vgl. Kornmeier (2007, S.75).

⁵⁰⁹ Vgl. Kornmeier (2007, S.77).

⁵¹⁰ Vgl. Abschnitt 4.3.1.

⁵¹¹ Vgl. Abschnitt 3.1. Für eine Kategorisierung von Entscheidungssituationen in Entscheidungen unter Risiko und Entscheidungen unter Unsicherheit sowie der vereinfachenden Annahme, Investitionsentscheidungen als Entscheidungen unter Risiko zu betrachten, vgl. Ausführungen in Abschnitt 3.1.1.2.

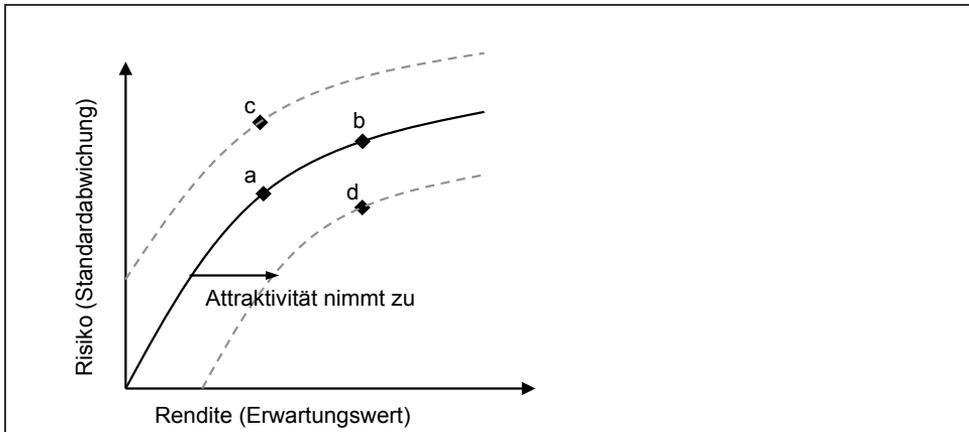


Abbildung 17: Indifferenzkurve eines risikoaversen Investors.⁵¹²

Investitionsmöglichkeiten, die von dem Investor als gleichermaßen attraktiv eingeschätzt werden, liegen auf der gleichen sogenannten Indifferenzkurve. In Abbildung 17 sind diese als Linien dargestellt. Für risikoaverse Investoren gilt dabei, dass verglichen mit einer bestimmten Investitionsmöglichkeit (a) eine andere Investition mit einem höheren Risiko (b) nur dann als gleichwertig attraktiv angesehen wird, wenn diese auch ein höheres Renditepotential aufweist. Wird bei einer Investitionsmöglichkeit ein höheres Risiko nicht durch ein entsprechend höheres Renditepotential kompensiert, wie bspw. in (c), wird die Investitionsmöglichkeit, abhängig von der individuellen Risikopräferenz des Investors, als weniger attraktiv angesehen. Umgekehrt verbessert ein geringeres Risiko bei gleichbleibendem Renditepotential die Attraktivität einer Investition (d). Um die erste Forschungsfrage zu beantworten, wird untersucht, ob die in Abschnitt 3.1.4. identifizierten vier sektorspezifischen Einflussfaktoren die Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften beeinträchtigen, indem sie das Risiko-Rendite-Verhältnis und somit die Attraktivität von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor negativ beeinflussen. Dieser vermutete kausale Zusammenhang ist schematisch in Abbildung 18 dargestellt.

⁵¹² Eigene Darstellung. Investoren bewerten die Attraktivität von Investitionen anhand ihres Risiko-Rendite-Verhältnisses. Investitionen, die für einen Investor gleichermaßen attraktiv sind, können anhand einer sogenannten Indifferenzkurve dargestellt werden. Der Verlauf der Indifferenzkurve hängt von der individuellen Risikopräferenz des Investors ab. Für einen risikoaversen Investor nimmt die Attraktivität der Indifferenzkurven in Pfeilrichtung zu.

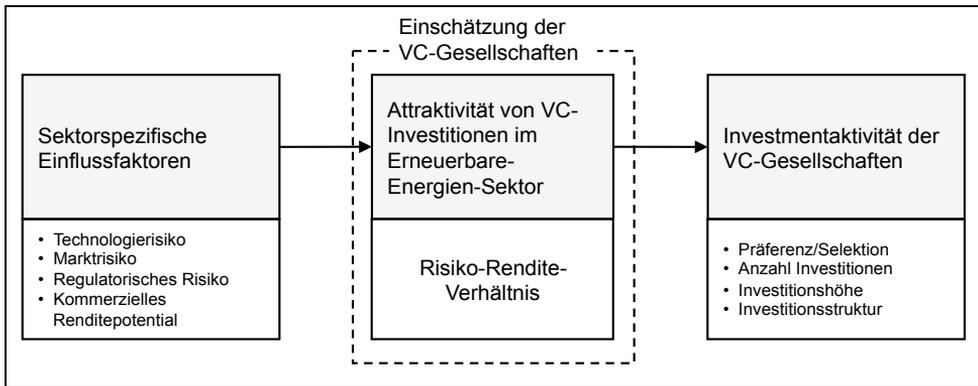


Abbildung 18: Wirkungsweise von sektorspezifischen Einflussfaktoren auf die Investmentaktivität von VC-Gesellschaften.⁵¹³

Mit Blick auf die Attraktivität von Investitionsmöglichkeiten wirken Risiken und Renditepotential entgegengesetzt zueinander. Während sektorspezifische Risiken die Attraktivität der Investitionsmöglichkeiten verringern, erhöht das sektorspezifische Renditepotential die Attraktivität. Entsprechend können zwei Hypothesen formuliert werden, anhand derer die erste Forschungsfrage (Forschungsfrage 1) überprüft wird:

Hypothese 1-a: Je höher sektorspezifische Risiken durch VC-Gesellschaften eingeschätzt werden, desto wahrscheinlicher ist eine Einschränkung ihres Investitionsverhaltens.

Hypothese 1-b: Je niedriger das sektorspezifische Renditepotential durch VC-Gesellschaften eingeschätzt wird, desto wahrscheinlicher ist eine Einschränkung ihres Investitionsverhaltens.

Forschungsfrage 2

Die zweite Forschungsfrage betrachtet die Möglichkeit, dass die vier sektorspezifischen Einflussfaktoren das Risiko-Rendite-Verhältnis und somit die Attraktivität von Investitionen in den einzelnen Segmenten des Erneuerbare-Energien-Sektors aufgrund sektorspezifischer Merkmale in unterschiedlichem Maße beeinflussen. Forschungsfrage 2: Unterscheiden sich sektorspezifische Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors aufgrund sektorspezifischer Merkmale? Sollten die sektorspezifischen Einflussfaktoren für die einzelnen Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors unterschiedlich ausgeprägt sein und sollten VC-Investoren dies auch entsprechend wahrnehmen, so hätte dies Auswirkungen darauf, wie differenziert das Investitionsverhalten im Erneuerbare-Energien-Sektor, beispielsweise bei wissenschaftliche Untersuchungen, betrachtet werden muss. Eine Gesamtbetrachtung des Sektors, wie sie beispiels-

⁵¹³ Eigene Darstellung.

weise Kasemir et al. oder Wüstenhagen und Teppo durchführen, würde dann nur eingeschränkt Erkenntnisse zu den untersuchten Sachverhalten ergeben.⁵¹⁴ Um die Forschungsfrage 2 beantworten zu können, müssen zu jedem der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren Hypothesen formuliert werden, die einen kausalen Zusammenhang zwischen einem sektorspezifischen Merkmal, der unabhängigen Variable und der Ausprägung des sektorspezifischen Einflussfaktors beschreiben. Bei der Auswahl der sektorspezifischen Merkmale bietet es sich an, Merkmale von Technologiesegmenten zu wählen, die sich relativ einfach objektiv bestimmen lassen und in einem kausalen Zusammenhang zu einem der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren stehen. Die in Abschnitt 2.2. erarbeitete differenzierte Darstellung der einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors dient hierfür als Grundlage.⁵¹⁵ Ausgangspunkt für die Formulierung von Hypothesen sind die weiter oben beschriebenen vier sektorspezifischen Risiken und Renditepotentiale: (1) das Technologierisiko, (2) das Marktrisiko, (3) das regulatorische Risiko und (4) das finanzielle Renditepotential. Bei der inhaltlichen Komplexität der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren ist davon auszugehen, dass es zahlreiche Variablen gibt, die mit ihnen in einem kausalen Zusammenhang stehen und sich gut für die einzelnen Sektoren differenzieren lassen. Die nachfolgende Ausarbeitung muss sich daher bewusst auf eine Auswahl der als relevant eingeschätzten Variablen beschränken:

Das *Technologierisiko* ergibt sich bei der Technologieentwicklung, wie oben beschrieben, aus der Ungewissheit, ob die erwarteten technischen Ziele auch tatsächlich erreicht werden können. Je geringer die Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung, desto größer ist die Bandbreite der möglichen Ergebnisse und somit das Technologierisiko aus Sicht der Investoren. Ein wesentliches Merkmal für die Ausprägung des Technologierisikos ist die Position einer Technologie im Technologielebenszyklus (TLZ). Wie bereits in Abschnitt 2.2.1.8. dieser Arbeit dargestellt, beschreibt der TLZ den idealtypischen Entwicklungsverlauf von Technologien und lässt sich in vier Phasen unterteilen: Entstehung, Wachstum, Reife und Alter einer Technologie (vgl. Abbildung 19). Saad et al. kategorisieren Technologien in den jeweiligen Entwicklungsphasen als Schrittmacher-, Schlüssel- oder Basistechnologien.⁵¹⁶ Während sich Schrittmachertechnologien in einem frühen Entwicklungsstadium befinden, in dem allerdings die Vorhersehbarkeit der technischen Ergebnisse noch gering ist, nimmt die Vorhersehbarkeit der technischen Ergebnisse mit dem Entwicklungs- und Verbreitungsfortschritt der Technologie zu. Das Technologierisiko gilt daher bei weit entwickelten, etablierten Basistechnologien als vergleichsweise gering; es nimmt also tendenziell mit dem Ent-

⁵¹⁴ Vgl. Kasemir et al (2000, S.891ff.), Wüstenhagen und Teppo (2006, S.63ff.).

⁵¹⁵ Für eine zusammenfassende Darstellung der Merkmale der einzelnen Segmente vgl. Tabelle 1 in Abschnitt 2.2.1.7 und Abbildung 12 in Abschnitt 2.2.1.8.

⁵¹⁶ Vgl. Saad et al. (1991, S.69). Saad et al. entwickeln die Kategorisierung der Technologien ursprünglich mit Blick auf ihr wettbewerbsstrategisches Potential. Sie wird an dieser Stelle für die Einordnung des Technologierisikos übernommen.

wicklungsgrad der Technologie ab.⁵¹⁷ Unterschiedliche Positionen von Technologien im TLZ können daher zu Unterschieden im Risiko-Rendite-Verhältnis von Investitionen in den einzelnen Technologiesegmenten des Erneuerbare-Energien-Sektors führen. Hieraus lässt sich eine erste Hypothese zur Forschungsfrage 1-a formulieren:

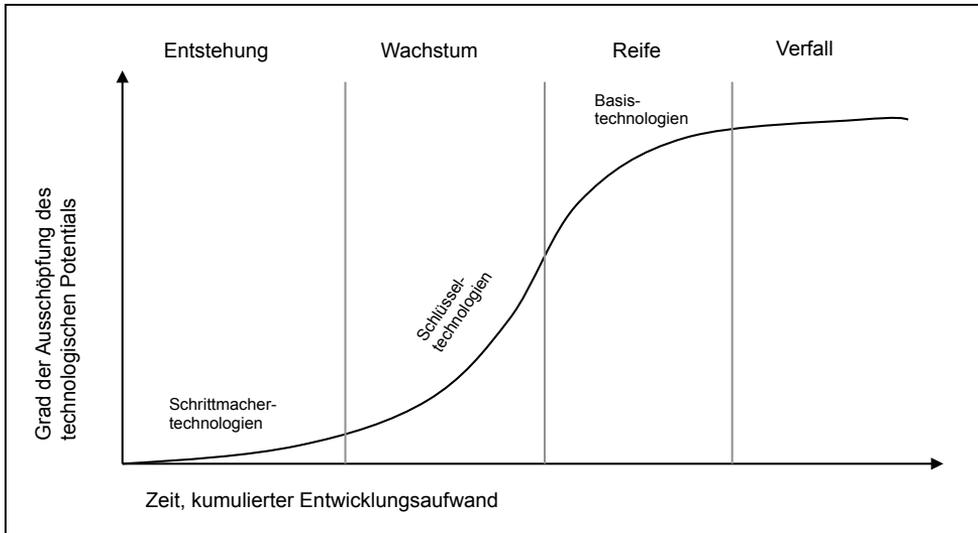


Abbildung 19: Idealtypischer Verlauf des Technologielebenszyklus.⁵¹⁸

Hypothese 2-a: Je früher eine Technologie im Technologielebenszyklus positioniert ist, desto höher wird das Technologierisiko für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.

Der zweite sektorspezifische Einflussfaktor auf die Attraktivität von VC-Investitionen ist das *Marktrisiko*. Das Marktrisiko ergibt sich bei jungen Technologiefirmen aus der Unsicherheit, ob die entwickelten Technologien im Markt erfolgreich kommerzialisiert werden können. Hierbei spielen, wie bereits in Abschnitt 3.1.3.2. dargelegt, eine Reihe unterschiedlicher Einflussgrößen eine Rolle. Um im Rahmen dieser Arbeit sinnvoll zwischen einzelnen Technologiesegmenten des Erneuerbare-Energien-Sektors differenzieren zu können, wird die Untersuchung auf zwei zentrale Einflussgrößen des Marktrisikos beschränkt: (i) die Marktgröße und (ii) das Marktwachstum eines Technologiesegments. Beide Merkmale können unterschiedliche Auswirkungen auf das Marktrisiko bei VC-Investitionen haben. Auf der einen Seite verbessern sich in einem großen, wachsenden Markt die Chancen für junge Technologieunternehmen, sich erfolgreich am Markt zu etablieren - das Marktrisiko verringert

⁵¹⁷ Vgl. Saad et al. (1991, S.68, A 1.3.).

⁵¹⁸ Modifiziert nach Sommerlatte und Deschamps (1985, S.52ff.).

sich.⁵¹⁹ Auf der anderen Seite wächst mit der Marktgröße und dem Marktwachstum auch tendenziell die Anzahl der Wettbewerber und somit der Wettbewerbsdruck für junge Technologieunternehmen.⁵²⁰ Etablierte Marktteilnehmer sind außerdem besser dazu in der Lage, in großen, wachsenden Märkten Skalen- und Lerneffekte zu realisieren – das Marktrisiko steigt in diesem Fall an. Für die vorliegende Studie wird an dieser Stelle die Annahme getroffen, dass sich aus Sicht junger Technologieunternehmen Marktgröße und Marktwachstum positiv auf die Attraktivität eines Technologiesegments und somit negativ auf das von VC-Investoren wahrgenommene Marktrisiko auswirken. Abbildung 20 veranschaulicht den vermuteten Einfluss der beiden sektor-spezifischen Merkmale auf das Marktrisiko.

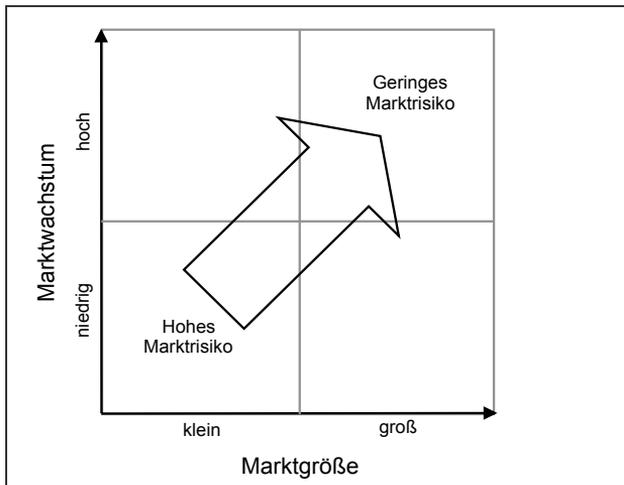


Abbildung 20: Einflussgrößen auf das Marktrisiko.⁵²¹

Entsprechend dieser bewusst stark vereinfachenden Systematik kann das Marktrisiko für die einzelnen Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors anhand dieser drei Einflussgrößen betrachtet werden. Die drei zu überprüfenden Hypothesen lauten wie folgt:

Hypothese 2-b: Je größer der Markt eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Hypothese 2-c: Je höher das Marktwachstum eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Der dritte zu untersuchende Einflussfaktor auf die Attraktivität von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor ist das *regulatorische Risiko*. Das regulatorische Risiko ist, wie das Marktrisiko, ein relativ komplexes Konstrukt, dass von einer Reihe von

⁵¹⁹ Vgl. Baaken (1989, S.237), Ruhnka und Young (1991, S.122), Fiet (1995a, S.554).

⁵²⁰ Vgl. Fiet (1995a, S.553), Ruhnka und Young (1991, S.122).

⁵²¹ Eigene Darstellung. Das Marktrisiko in Abhängigkeit von Marktgröße und Marktwachstum. Das Marktrisiko nimmt in Pfeilrichtung ab.

Einflussgrößen bestimmt wird. Der konventionelle Energiesektor unterliegt bereits zahlreichen Gesetzen und Regularien, die im Falle des Erneuerbare-Energien-Sektors noch von einer Reihe weiterer Gesetze und Bestimmungen, wie bspw. dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) oder dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) ergänzt werden.⁵²² Das regulatorische Risiko umfasst hier das Risiko, dass sich eine aus Sicht der Technologieunternehmen relevante Gesetzgebung ändert, insbesondere wenn es bedeutet, dass eine bestehende Förderung von Energietechnologien wegfällt.⁵²³ Gesetzliche Förderungen durch das EEG oder EEWärmeG verringern prinzipiell das regulatorische Risiko für Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor, da es einen rechtlich verbindlichen Anspruch auf die Abnahme von erzeugter Energie zu einem festgelegten Preis (EEG) oder einen nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss (EEWärmeG) für die Anlagenbetreiber gibt. Diese Förderung wirkt sich indirekt auch auf den Markt für VC-Investitionen aus, indem sie die Nachfrage nach Produkten der Technologiefirmen positiv beeinflusst. Eine Differenzierung nach Technologiesegment ist anhand der Förderhöhe und -dauer sowie anhand der Kontinuität der Förderung möglich, da diese für die einzelnen Technologiesegmente unterschiedlich ausfällt. Je langfristiger und kontinuierlicher die Förderung für eine Technologie ist, desto geringer ist aus Sicht der Anlagenbetreiber das Risiko, dass sich die Wirtschaftlichkeit von einmal getätigten Investitionen aufgrund des regulatorischen Umfeldes unerwartet verschlechtert (Investitionsunsicherheit). Am Beispiel der Ausgestaltung des EEGs lässt sich dies verdeutlichen: Das EEG sieht grundsätzlich eine Absenkung der Fördersätze über die Jahre vor, um dem technischen Fortschritt Rechnung zu tragen.⁵²⁴ Es besteht in dieser Hinsicht kein regulatorisches Risiko für Investoren, da die Absenkung im Prinzip sicher vorhersehbar ist. Allerdings wurde der ursprüngliche Anpassungsmechanismus selbst immer wieder angepasst, was wiederum die Vorhersehbarkeit der Förderung beeinträchtigt und somit zu einem regulatorischen Risiko führt.⁵²⁵ Auf Grundlage dieser Überlegung lassen sich zwei Hypothesen erstellen, mit denen sich das regulatorische Risiko zwischen den einzelnen Segmenten differenzieren lässt:

Hypothese 2-d: Je häufiger die Förderung einer Technologie verändert wird, desto höher wird das regulatorische Risiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Hypothese 2-e: Je geringer die unerwarteten Veränderungen der Förderhöhe für eine Technologie in der Vergangenheit waren, desto geringer wird das regulatorische Risiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

⁵²² Vgl. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Kurztitel: Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG), Deutscher Bundestag (2012).

⁵²³ Vgl. Börer (2008, S.12 und S.16).

⁵²⁴ Vgl. Deutscher Bundestag (2012, §20).

⁵²⁵ Die unerwartete Anpassung des Fördersatzes lässt sich beispielsweise in Prozent des vorherigen Fördersatzes bspw. im Vergleich der Fassung des EEGs von 2012 und 2009 ausdrücken.

Der vierte Einflussfaktor auf die Attraktivität von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor ist das *finanzielle Renditepotential*. Wie in Abschnitt 3.1.3.2. gezeigt, haben alle sektorspezifischen Einflussgrößen sowohl einen Einfluss auf Risiken als auch auf das Renditepotential. Für die Differenzierung des Einflussfaktors nach Segmenten bietet es sich an, das finanzielle Renditepotential vereinfachend anhand zweier Einflussgrößen auf die Marktattraktivität zu ermitteln, anhand der potentiellen Größe des Absatzmarktes und der erzielbaren Gewinnmargen. Fiet und Baaken sehen in der Marktgröße eine relevante Einflussgröße für die wirtschaftliche Attraktivität einer Investition.⁵²⁶ Je größer der Markt, desto höher ist das Wachstumspotential für ein Unternehmen, das in diesem Markt tätig ist. Als zweiter wichtiger Indikator für die Marktattraktivität gilt die vom Wettbewerbsumfeld beeinflusste Profitabilität. Je höher die Profitabilität in einem Marktsegment, desto wahrscheinlicher ist ein profitables Wachstum für Unternehmen die in diesem Markt tätig sind. Hieraus lassen sich zwei Hypothesen ableiten, die eine Differenzierung des Erneuerbare-Energien-Sektors in einzelne Segmente anhand ihres finanziellen Renditepotentials ermöglichen.

Hypothese 2-f: Je größer der potentielle Absatzmarkt für eine Technologie ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.

Hypothese 2-g: Je höher die Profitabilität in einem Technologie-Marktsegment ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.

Insgesamt sind somit 7 Hypothesen zur Forschungsfrage 2 aufgestellt worden, die den Einfluss sektorspezifischer Merkmale auf die vier sektorspezifischen Einflussfaktoren abbilden (vgl. Abbildung 21).

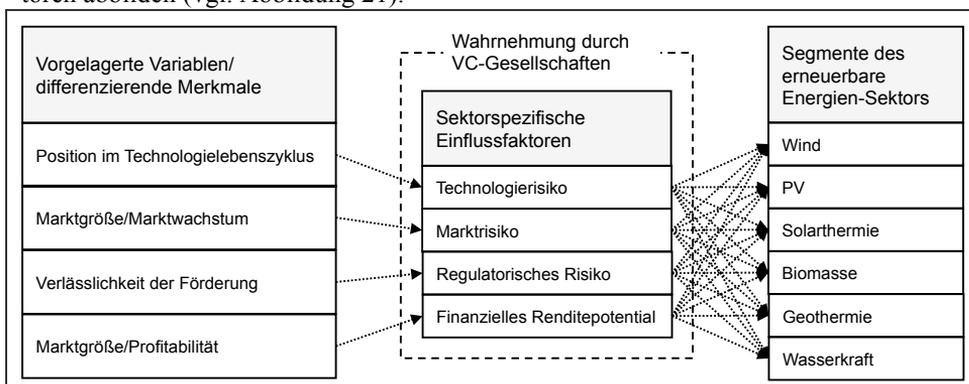


Abbildung 21: Differenzierung sektorspezifischer Einflussfaktoren nach Technologiesegmenten.⁵²⁷

⁵²⁶ Vgl. Fiet (1995a, S.554) und Baaken (1989, S.237).

⁵²⁷ Eigene Darstellung.

Forschungsfrage 3

Die dritte Forschungsfrage bezieht sich auf den Einfluss von individuellen Merkmalen der VC-Gesellschaften auf deren Investitionsverhalten. Forschungsfrage 3: Wie beeinflussen unterschiedliche Merkmale der VC-Gesellschaften, wie bspw. Art der Kapitalgeber, Investorenerfahrungen und die Ausrichtung der Investmentstrategie, die Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren und dementsprechend ihr Investitionsverhalten bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor? Merkmale der VC-Gesellschaften, die im begründeten Verdacht stehen, die Wahrnehmung von Risiken und Renditepotentialen bzw. das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften zu beeinflussen, werden als Kontrollvariablen in die Untersuchung aufgenommen. Der Einfluss und die Wirkungsweise der Kontrollvariablen auf das Investitionsverhalten wird mit Hilfe von Hypothesen überprüft. Bygrave sowie Norton und Tenenbaum zeigen, dass VC-Gesellschaften, die über ein gutes Informationsnetzwerk und Investorenerfahrung in einer Industrie verfügen, besser dazu in der Lage sind, Investitionsrisiken einzuschätzen und durch aktives Management der Beteiligungen zu reduzieren.⁵²⁸ Dieses Erkenntnis steht in gewisser Weise im Widerspruch zu der in Abschnitt 3.1.2.2. dargelegten Portfoliotheorie, nach der das spezifische Risiko eines Investments am besten durch eine möglichst breite Diversifizierung der Investitionen verringert werden kann. Allerdings gilt diese in der Theorie nur für effiziente, vollständige Märkte und daher nicht für den VC-Beteiligungsmarkt.⁵²⁹ Wie aber wirkt sich Investorenerfahrung auf die Risikowahrnehmung und die Investitionsentscheidung aus? Parhankangas und Hellström zeigen, dass Investorenerfahrung bei VC-Investoren dazu führt, dass Risiken tendenziell höher eingeschätzt, gleichzeitig aber auch bei Investitionen höhere Risiken eingegangen werden.⁵³⁰ Sie führen diese Beobachtung darauf zurück, dass erfahrene VC-Investoren eine Vielzahl von Risiken aus erster Hand kennen und daher für diese besonders sensibilisiert sind. Dass trotz höherer Risikoeinschätzung höhere Risiken eingegangen werden, erklären Parhankangas und Hellström damit, dass sich die VC-Investoren aufgrund ihrer Investorenerfahrung eher zutrauen, mit diesen Risiken wirksam umzugehen.⁵³¹ Dies kann entweder durch eine direkte Unterstützung des Managements mit Know-how oder durch eine Anpassung des Investitionsverhaltens, bspw. durch eine entsprechende risikoverringende Strukturierung der Beteiligung, erreicht werden. Offen bleibt, ob erfahrene VC-Investoren nicht nur die Risiken, sondern auch das finanzielle Renditepotential besser und somit höher beurteilen. Somit sind zwei Interpretationen möglich: (1) Erfahrene VC-Investoren schätzen die Risiken einer Investition bei gleichem Renditepotential höher ein als unerfahrene VC-Investoren. Sie schränken sich in ihrem Investitionsverhalten aber nicht ein bzw. investieren

⁵²⁸ Vgl. Bygrave (1987, S.139ff.), Norton und Tenenbaum (1993, S.431).

⁵²⁹ Vgl. Ausführungen in Abschnitt 3.1.2.3.

⁵³⁰ Vgl. Parhankangas und Hellström (2007, S.183ff.). Parhankangas und Hellström betrachten in ihrer Studie das Marktrisiko sowie das Agency Risiko.

⁵³¹ Vgl. Parhankangas und Hellström (2007, S.200f.).

sogar verstärkt, da sie aufgrund ihrer Erfahrung besser dazu in der Lage sind, mit den identifizierten Risiken umzugehen. (2) Erfahrene VC-Investoren schätzen aufgrund ihrer Erfahrung nicht nur die Risiken, sondern auch das Renditepotential einer Investition höher ein. Dies könnte dann der Fall sein, wenn erfahrene Investoren besser dazu in der Lage sind, bestehende Renditepotentiale zu erkennen, diese mit Hilfe ihres Netzwerkes zu realisieren oder zusätzliche Renditepotentiale durch Synergien mit bestehenden Beteiligungsunternehmen zu erschließen. Sie würden dann Investitionsmöglichkeiten möglicherweise als risikoreicher einschätzen, diese aber aufgrund des gleichzeitig höheren Renditepotential als ebenso attraktiv ansehen. In diesem Fall müssten die erfahrenen VC-Gesellschaften nicht über besondere Fähigkeiten verfügen, besser mit Risiken umgehen zu können. Somit lassen sich zwei Hypothesen formulieren, die den Einfluss von Investorenerfahrung auf die Wahrnehmung von Risiko und Renditepotential sowie das Investmentverhalten beschreiben:

Hypothese 3-a: VC-Investoren, die bereits Investorenerfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt haben, schätzen die Risiken und Renditepotentiale von Investitionen in diesem Sektor insgesamt *ceteris paribus* höher ein als Investoren ohne sektorspezifische Investorenerfahrung.

Hypothese 3-b: VC-Investoren, die bereits Investorenerfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt haben, schränken sich in ihrem Investmentverhalten trotz der als höher wahrgenommenen Risiken nicht stärker ein als Investoren, die nicht über diese spezielle Investorenerfahrung verfügen.

Manigart et al. zeigen, dass die Art der Kapitalgeber die finanzielle Renditeanforderung der VC-Gesellschaften beeinflussen. Unabhängige VC-Gesellschaften, die ihr Kapital am Kapitalmarkt einwerben müssen, haben eine höhere Renditeerwartung bei VC-Investitionen als öffentlich geförderte oder unternehmensabhängige VC-Gesellschaften, die auch strategische oder wirtschaftspolitische Ziele verfolgen. Somit ist für sie die finanzielle Rendite nicht das alleinige Entscheidungskriterium.⁵³² Entsprechend lässt sich die Vermutung aufstellen, dass unabhängige VC-Gesellschaften bei gleicher Wahrnehmung des Risiko-Rendite-Verhältnisses das Renditepotential eher als unzureichend für eine Investition erachten als die anderen VC-Gesellschaften.

Hypothese 3-c: Unabhängige VC-Investoren schränken sich bei einem gegebenen Risiko-Rendite-Profil, verglichen mit öffentlich geförderten und CVC-Gesellschaften, stärker in ihrem Investitionsverhalten ein, da sie allgemein höhere finanzielle Renditeerwartungen an Investitionen stellen.

⁵³² Vgl. Manigart et al. (2002, 305f.).

Neben diesen beiden aus der wissenschaftlichen Literatur bekannten Merkmalen von VC-Gesellschaften wird zusätzlich ein drittes Merkmal, die Nutzung von Methoden zur Technologiefrühaufklärung durch VC-Gesellschaften, auf seine Auswirkungen auf die Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor hin untersucht. Der wissenschaftliche Erkenntnisstand zu diesem Sachverhalt ist bisher gering, da Aspekte und Anwendung der Technologiefrühaufklärung in der Literatur im Wesentlichen im Kontext von Unternehmen sowie von nationalen bzw. supranationalen Institutionen untersucht und beschrieben worden sind. Unternehmen nutzen Technologiefrühaufklärung sowohl auf der strategischen als auch auf der operativen Ebene bei der Selektion von Technologieoptionen und der Allokation von Ressourcen, beispielsweise im Bereich der Forschung und Entwicklung.⁵³³ Mit Blick auf den in Abschnitt 2.1.6.2. geschilderten Investitionsprozess der VC-Gesellschaften sind grundsätzlich zwei Einsatzmöglichkeiten von Methoden zur Technologiefrühaufklärung durch die VC-Gesellschaften denkbar: Erstens, die proaktive Auswahl attraktiver Technologiesegmente als Grundlage für die strategische Ausrichtung der VC-Gesellschaft. Zweitens, die individuelle Bewertung konkreter Technologien bzw. technologischer Konzepte der potentiellen Beteiligungsunternehmen hinsichtlich ihrer Zukunftsfähigkeit, also ihrer zukünftigen Risiken und Potentiale.⁵³⁴

| Einsatzbereich | Anwendung | Zielsetzung | Zeithorizont |
|--------------------------|---|---|-------------------------------|
| Strategische Ausrichtung | Identifizierung attraktiver Technologiesegmente | Strategische Ausrichtung der VC-Gesellschaft auf attraktive Technologiefelder | mittelfristig/ langfristig |
| Technologiebewertung | Risiko-Chancen-Analyse einzelner Technologieunternehmen | Unterstützung der Investmententscheidung | kurzfristig/ mittelfristig |

Tabelle 6: Einsatzmöglichkeiten von Methoden zur Technologiefrühaufklärung.⁵³⁵

Es ist unklar, in welchem Umfang und zu welchem Zweck Methoden zur Technologiefrühaufklärung von VC-Gesellschaften genutzt werden und ob die Nutzung einen Einfluss auf deren Investitionsverhalten hat. Es bietet sich daher an, diese Frage in zwei Schritten zu beantworten. Zuerst wird in einem explorativen Ansatz geklärt, ob und, wenn ja, welche Art der Methoden zur Technologiefrühaufklärung von VC-Gesellschaften zu welchem Zweck genutzt werden. In einem zweiten, konfirmatorischen Schritt wird dann der Zusammenhang zwischen der Nutzung der Methoden zur Technologiefrühaufklärung und der Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses von Investitionen überprüft. Wie bereits im Zusammenhang der vorherigen Forschungsfrage dargelegt, sind VC-Gesellschaften mit Hilfe von Investorenerfahrung und einem

⁵³³ Vgl. Peiffer (1992), Lichtenthaler (2002) und Reger (2006).

⁵³⁴ Vgl. Fried und Hisrich (1994, S.32–34).

⁵³⁵ Eigene Darstellung.

Expertennetzwerk besser in der Lage, spezifische Investitionsrisiken einzuschätzen und mit diesen umzugehen, als es durch eine Diversifizierung der Investitionen möglich ist. Es ist daher zu vermuten, dass der Einsatz von Methoden zur Technologiefrühaufklärung einen ähnlichen Effekt auf das Investitionsverhalten hat, wie das Sammeln von Investitionserfahrung: Er lässt VC-Gesellschaften die Risiken einer Investition besser und somit höher einschätzen, beeinträchtigt ihr Investitionsverhalten aber nicht. Somit lassen sich die beiden folgenden Hypothesen für die weitere Untersuchung aufstellen:

Hypothese 3-d: VC-Gesellschaften, die Methoden zur Technologiefrühaufklärung einsetzen, schätzen die sektorspezifischen Risiken von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor insgesamt höher ein als Investoren, die keine Methoden zur Technologiefrühaufklärung nutzen.

Hypothese 3-e: VC-Gesellschaften, die Methoden zur Technologiefrühaufklärung einsetzen, schränken ihr Investmentverhalten im Vergleich zu Investoren, die keine Methoden zur Technologiefrühaufklärung nutzen, trotz der als höher wahrgenommenen Risiken nicht stärker ein.

4.4.2 *Hypothesen zu Pfadabhängigkeiten bei VC-Gesellschaften*

Die Forschungsfrage 4 befasst sich mit Pfadabhängigkeiten als zweitem möglichen Erklärungsansatz für die geringe Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor. Forschungsfrage 4: Führen Pfadabhängigkeiten auf der Ebene der VC-Gesellschaften zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor? Pfadabhängigkeiten als Ursache für Ineffizienzen empirisch gesichert nachzuweisen, ist aufgrund der Eigenschaften des Konzeptes schwierig. Hierfür muss nicht nur das auslösende zufällige Ereignis zu Beginn des Entwicklungsprozesses sowie der selbstverstärkende Rückkopplungsmechanismus identifiziert werden, es muss auch der Nachweis erbracht werden, dass das einmal erreichte Gleichgewicht auch tatsächlich ineffizient ist.⁵³⁶ Es ist daher sinnvoll, sich im Rahmen dieser Studie in einem ersten Schritt auf die Identifizierung der wesentlichen Ursachen von Pfadabhängigkeit, die positiven Rückkopplungsmechanismen, zu beschränken. Im Abschnitt 3.2.4.3. wurden drei unterschiedliche Rückkopplungsmechanismen identifiziert, die bei den VC-Gesellschaften zu Pfadabhängigkeiten führen können und somit möglicherweise die geringe Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor erklären können.

Der erste zu betrachtende Rückkopplungseffekt ist der sogenannte Lerneffekt. Dieser kommt zustande, wenn VC-Gesellschaften durch ihre Investitionstätigkeit Erfahrungen sammeln, welche die Aussichten, zukünftig erfolgreiche Investitionen zu

⁵³⁶ Wie umstritten selbst die gängigsten Beispiele für Pfadabhängigkeiten bei Technologien sind, zeigt die kritische Betrachtung des QWERTY-Tastaturlayout-Beispiels durch Liebowitz und Margolis (1990, S.1ff.) und (1995, S.205ff.).

tätigen, verbessern.⁵³⁷ Wie bereits in Abschnitt 3.1.3.2 gezeigt, bilden sektorspezifische Risiken eine wichtige Risikokategorie bei Investitionen in junge Technologieunternehmen. Unterstellt man den realistischen Fall, dass VC-Gesellschaften nur über begrenzte finanzielle und humane Ressourcen verfügen, besteht für VC-Gesellschaften ein signifikanter Anreiz, die Investitionstätigkeit auf einen oder wenige Sektoren zu beschränken und hier relevante Investorenerfahrung aufzubauen. Die gesammelte Erfahrung wird dabei helfen, weitere attraktive Investitionsmöglichkeiten in eben diesen Sektoren zu identifizieren und die Beteiligungsunternehmen erfolgreich zu unterstützen. Der Effekt ist in diesem Fall selbstverstärkend. Der Lerneffekt würde erklären, wieso VC-Gesellschaften selbst bei der Existenz attraktiver Investitionsmöglichkeiten im Erneuerbare-Energien-Sektor diese nicht bzw. nur zögerlich verfolgen; nämlich dann, wenn die VC-Gesellschaft bisher keine Investorenerfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat. Dieser vermutete kausale Zusammenhang ähnelt den Hypothesen 3-a und 3-b zu dem Einfluss der Investorenerfahrung einer VC-Gesellschaft auf ihr Investitionsverhalten. Der wesentliche Unterschied liegt hier aber darin, dass der Lerneffekt aus der Perspektive der Pfadabhängigkeit tendenziell dazu führen müsste, dass sich VC-Gesellschaften mit zunehmender Erfahrung immer deutlicher hinsichtlich ihres Investitionsverhaltens unterscheiden.

Hypothese 4-a: Je mehr Investorenerfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, um so wahrscheinlicher ist sie bereit, in diesem Sektor, trotz der wahrgenommenen Risiken, Investitionen zu tätigen.

Der zweite Rückkopplungseffekt, der möglicherweise zu einer Pfadabhängigkeit bei VC-Gesellschaften führen kann, ist die Komplementarität von internem und externem Know-how bei der Investitionsentscheidung. VC-Gesellschaften nutzen neben ihrem eigenen internen Investment- und Industrie-Know-how bei Investitionsentscheidungen häufig auch externes Know-how, insbesondere von Experten, die über spezielle Industriekenntnisse verfügen.⁵³⁸ Dies können unabhängige Experten aus Industrieunternehmen oder Forschungseinrichtungen sein oder auch Mitarbeiter von Beteiligungsunternehmen, an denen sich die VC-Gesellschaft in der Vergangenheit bereits beteiligt hat. Der Zugang zu diesen externen Experten bzw. der Aufbau eines solchen externen Netzwerkes aus Industrieexperten lässt sich jedoch nicht einfach beliebig herbeiführen. Vielmehr ergibt er sich als Resultat einer wiederholten Investmenttätigkeit in einem bestimmten Industriesektor. Es besteht somit ein positiver Rückkopplungseffekt zwischen der eigenen Investorenerfahrung und dem dadurch intern verfügbaren Know-how und der Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten. Je mehr Investitionen die VC-Gesellschaft in einem bestimmten Sektor, wie dem Erneuerbare-Energien-Sektor tätigt, desto größer wird ihr Netzwerk an externen Sektor-Experten und desto mehr und

⁵³⁷ Vgl. Ausführungen in Abschnitt 3.2.4.3.

⁵³⁸ Vgl. Clercq und Dimov (2008, S.588ff.).

gezieltere bzw. erfolgreichere Investitionen lassen sich wiederum in diesem Sektor durchführen. Diese Vermutung wird mit der folgenden Hypothese überprüft:

Hypothese 4-b: Je mehr Investmenterfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, desto weniger beeinflusst die Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten ihre Investitionstätigkeit.

Der dritte mögliche Rückkopplungseffekt bei VC-Gesellschaften ist die Komplementarität von der Reputation einer VC-Gesellschaft und ihrer Fähigkeit, sich Kapital von Investoren zu beschaffen. Insbesondere unabhängige VC-Gesellschaften, die den Großteil der aktiven VC-Gesellschaften ausmachen, sind darauf angewiesen, Kapital, welches investiert werden soll, zuerst selbst bei externen Kapitalgebern einzuwerben. Bei diesen handelt es sich in erster Linie um institutionelle Investoren wie Pensionskassen, Versicherungen oder Vermögensverwalter, die ihre Kundengelder nach professionellen Kriterien anlegen. Die VC-Gesellschaften stehen dabei nicht nur im Wettbewerb zueinander, sondern auch im Wettbewerb mit allen anderen Anlagemöglichkeiten. Verschiedene Studien zeigen, dass ein wesentlicher Erfolgsfaktor der VC-Gesellschaften bei der Kapitalsuche ihre Fähigkeit ist, erfolgreiche Investitionen zu tätigen.⁵³⁹ VC-Gesellschaften, die in einen relativ neuen Sektor, wie den Erneuerbare-Energien-Sektor investieren wollen, stehen vor dem Problem, dass sie ohne relevante Investmenterfahrung nur schwer an das für die Investitionen erforderliche Kapital gelangen können. Es kann daher vermutet werden, dass bestehende VC-Gesellschaften Schwierigkeiten haben, Kapital für Investitionen in bisher nicht betrachtete Sektoren einzuwerben. Aus diesem Grund tendieren sie dazu, einen einmal angestammten Investmentfokus beizubehalten und somit eigentlich attraktive Investitionsmöglichkeiten in einem neuen Sektor wie dem Erneuerbare-Energien-Sektor unberücksichtigt zu lassen. Das Gleiche gilt für junge VC-Gesellschaften, die sich gänzlich neu am Markt etablieren müssen. Hieraus lässt sich die folgende Hypothese ableiten, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit überprüft wird:

Hypothese 4-c: Je ausgeprägter die Reputation einer VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor ist, desto leichter fällt ihr der Zugang zu Kapital für weitere Investitionen in diesem Sektor.

Insgesamt ergeben sich somit 17 Hypothesen, mit deren Hilfe die vier Forschungsfragen beantwortet werden sollen. Die Hypothesen werden an dieser Stelle noch einmal zusammengefasst:

⁵³⁹ Vgl. Gompers et al. (1998, S.149ff.), Kaplan und Schoar (2005, S.1791ff.).

Forschungsfrage 1: Thesen zum sektorspezifischen Risiko-Rendite-Verhältnis

- Hypothese 1-a: Je höher sektorspezifische Risiken durch VC-Gesellschaften eingeschätzt werden, desto wahrscheinlicher ist eine Einschränkung ihres Investitionsverhaltens.
- Hypothese 1-b: Je niedriger das sektorspezifische Renditepotential durch VC-Gesellschaften eingeschätzt wird, desto wahrscheinlicher ist eine Einschränkung ihres Investitionsverhaltens.
-

Forschungsfrage 2: Thesen zu sektorspezifischen Merkmalen

- Hypothese 2-a: Je früher eine Technologie im Technologielebenszyklus positioniert ist, desto höher wird das Technologierisiko für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.
- Hypothese 2-b: Je größer der Markt eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.
- Hypothese 2-c: Je höher das Marktwachstum eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.
- Hypothese 2-d: Je häufiger die Förderung einer Technologie verändert wird, desto höher wird das regulatorische Risiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.
- Hypothese 2-e: Je geringer unerwartete Veränderungen der Förderhöhe für eine Technologie in der Vergangenheit waren, desto geringer wird das regulatorische Risiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.
- Hypothese 2-f: Je größer der potentielle Absatzmarkt für eine Technologie ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.
- Hypothese 2-g: Je höher die Profitabilität in einem Technologie-Marktsegment ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.
-

Forschungsfrage 3: Thesen zu VCG-spezifischen Merkmalen

- Hypothese 3-a: VC-Investoren, die bereits Investmenterfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt haben, schätzen die Risiken und Renditepotentiale von Investitionen in diesem Sektor insgesamt ceteris paribus höher ein als Investoren ohne sektorspezifische Investmenterfahrung.
- Hypothese 3-b: VC-Investoren, die bereits Investmenterfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt haben, schränken sich in ihrem Investmentverhalten trotz der als höher wahrgenommenen Risiken nicht stärker ein als Investoren, die nicht über diese spezielle Investmenterfahrung verfügen.
- Hypothese 3-c: Unabhängige VC-Investoren schränken sich bei einem gegebenen Risiko-Rendite-Profil, verglichen mit öffentlich geförderten und CVC-Gesellschaften, stärker in ihrem Investitionsverhalten ein, da sie allgemein höhere finanzielle Renditeerwartungen an Investitionen stellen.
- Hypothese 3-d: VC-Gesellschaften, die Methoden zur Technologiefrühaufklärung einsetzen, schätzen die sektorspezifischen Risiken von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor insgesamt höher ein als Investoren, die keine Methoden zur Technologiefrühaufklärung nutzen.
- Hypothese 3-e: VC-Gesellschaften, die Methoden zur Technologiefrühaufklärung einsetzen, schränken ihr Investmentverhalten, im Vergleich zu Investoren, die keine Methoden zur Technologiefrühaufklärung nutzen, trotz der als höher wahrgenommenen Risiken nicht stärker ein.
-

Forschungsfrage 4: Thesen zu Pfadabhängigkeiten

- Hypothese 4-a: Je mehr Investmenterfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, um so wahrscheinlicher ist sie bereit, in diesem Sektor, trotz der wahrgenommenen Risiken, Investitionen zu tätigen.
- Hypothese 4-b: Je mehr Investmenterfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, desto einfacher fällt ihr der Zugang zu externen Sektor-Experten.
- Hypothese 4-c: Je ausgeprägter die Reputation einer VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor ist, desto leichter fällt ihr der Zugang zu Kapital für weitere Investitionen in diesem Sektor.

Tabelle 7: Zusammenfassung der 17 Hypothesen.

Die durch die Hypothesen beschriebenen Zusammenhänge zwischen unabhängigen Variablen, abhängigen Variablen und Kontrollvariablen lassen sich zur besseren Übersicht des Untersuchungsgegenstandes graphisch wie folgt darstellen:

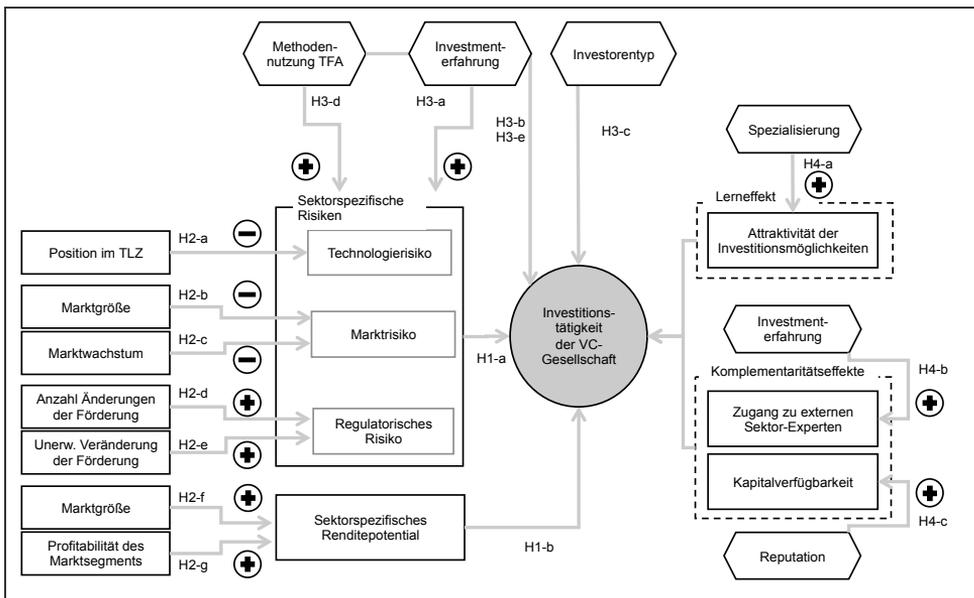


Abbildung 22: Schematische Darstellung der Hypothesen.⁵⁴⁰

⁵⁴⁰ Eigene Darstellung.

5 Untersuchungsdesign und Datenerhebung

Nachdem im vorigen Kapitel die Forschungsfragen aufgestellt und Hypothesen hergeleitet wurden, werden in diesem Kapitel die Grundlagen für die Konzeption der empirischen Analyse gelegt, mit deren Hilfe die Hypothesen überprüft und die Forschungsfragen beantwortet werden können. In Abschnitt 5.1. wird hierfür zuerst die Auswahl eines geeigneten Untersuchungsansatzes erläutert. Anschließend werden in den Abschnitten 5.2 und 5.3 die theoretischen Grundlagen zum Messen von Variablen und Testen der vermuteten Kausalzusammenhänge erläutert. In Abschnitt 5.4. wird die Operationalisierung, also die Messbarmachung, der in den Hypothesen enthaltenen Sachverhalte beschrieben. Das Kapitel schließt mit Ausführungen zur Konzeption und Durchführung der Datenerhebung.

5.1 Untersuchungsansatz

Die Forschungshypothesen wurden auf Grundlage der bestehenden Entscheidungs- und Investitionstheorie, der Pfadabhängigkeitstheorie sowie der in der Literatur dokumentierten Erkenntnisse zum Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften erarbeitet. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die vermuteten Kausalzusammenhänge und Unterschiede zu bestätigen. Sie verfolgt somit einen hypothesenprüfenden bzw. explanativen Untersuchungsansatz.⁵⁴¹ Für die Überprüfung von Zusammenhangs- und Unterschiedshypothesen eignen sich statistische Verfahren. Um diese anwenden zu können, müssen die in den Hypothesen erhaltenen Größen quantitativ erhoben werden.⁵⁴² Aus diesem Grund wird für die vorliegende Studie ein empirisch-quantitativer Untersuchungsansatz gewählt.⁵⁴³ Ein Teil der für die Überprüfung der Hypothesen erforderlichen Daten kann aus bereits bestehenden Quellen bezogen werden. Es handelt sich hier beispielsweise um statistische Daten zu den einzelnen Technologiesegmenten, die als unabhängige Variablen in die Hypothesen 2-a bis 2-g einfließen.⁵⁴⁴ Mit Blick auf einen zentralen Bestandteil dieser Untersuchung, das Entscheidungsverhalten von VC-Gesellschaften bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor, liegen jedoch keine geeigneten Sekundärdaten vor. Es ist daher zusätzlich erforderlich, entsprechende Daten im Rahmen dieser Studie direkt bei den VC-Gesellschaften zu erheben.⁵⁴⁵ Um sicherzustellen, dass die gewünschten Variablen auf eine verlässliche Art und Weise gemessen, erhoben und ausgewertet werden, werden die hierfür erforderlichen methodischen Grundlagen in den nachfolgenden Abschnitten genauer betrachtet.

⁵⁴¹ Vgl. Bortz und Döring (2006, S.52f.).

⁵⁴² Vgl. Häder (2006, S.88).

⁵⁴³ Vg. Bortz und Döring (2006, S.298ff.), Häder (2006, S.69).

⁵⁴⁴ Die hierfür verwendeten Quellen werden im Abschnitt 5.4. »Operationalisierung« beschrieben.

⁵⁴⁵ Die Erhebung der Daten wird in Abschnitt 5.5 erörtert.

5.2 Messung der Variablen

Um die für die statistische Auswertung der Hypothesen benötigten Daten erheben bzw. messen zu können, müssen in einem ersten Schritt die den Sachverhalt beschreibenden Variablen operationalisiert d.h. messbar gemacht werden. Während dies bei direkt beobachtbaren, sogenannten manifesten Variablen, wie beispielsweise der Anzahl der Mitarbeiter einer VC-Gesellschaft oder der Höhe des von ihr verwalteten Kapitals, keine besondere Herausforderung darstellt, ist die Situation für nicht direkt beobachtbare theoretische Begriffe und Konstrukte, sogenannte hypothetische Konstrukte oder latente Variablen, schwieriger. Hypothetische Konstrukte können in der Regel nicht direkt beobachtet werden, sondern müssen indirekt durch die Zuordnung von empirisch messbaren Sachverhalten, sogenannte Indikatoren, gemessen werden.⁵⁴⁶ Als Ergebnis der Operationalisierung hypothetischer Konstrukte entsteht ein sogenanntes Messmodell, welches die Zusammenhänge zwischen Indikatoren und Konstrukt beschreibt. Die unterschiedlichen Arten von Messmodellen und ihre Anwendungsgebiete werden nachfolgend genauer betrachtet.

5.2.1 Messmodelle

Messmodelle können anhand der Art der Spezifizierung der latenten Variable durch empirisch messbare Indikatoren in zwei Kategorien eingeordnet werden: reflektive und formative Messmodelle.⁵⁴⁷ Der grundlegende Unterschied zwischen den beiden Arten von Messmodellen besteht in der Richtung der kausalen Beziehung zwischen den beobachtbaren Indikatoren und der latenten Variable. Während beim reflektiv spezifizierten Konstrukt die latente Variable ursächlich für die Ausprägung der Indikatoren ist, verursachen beim formativ spezifizierten Konstrukt die Indikatoren die latente Variable. Schematisch vereinfacht lassen sich die unterschiedlichen Messmodelle, wie in Abbildung 23 gezeigt, darstellen. Die Richtung der Kausalbeziehung zwischen Indikator und latenter Variable wird durch die Pfeilrichtung kenntlich gemacht.

⁵⁴⁶ Vgl. Schnell et al. (2008, S.11), Kornmeier (2007, S.98ff.), Bortz und Döring (2006, S.60ff.).

⁵⁴⁷ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.34ff.), Eberl (2004, S.1ff.) sowie Namboordiri et al. (1975, S.555–571).

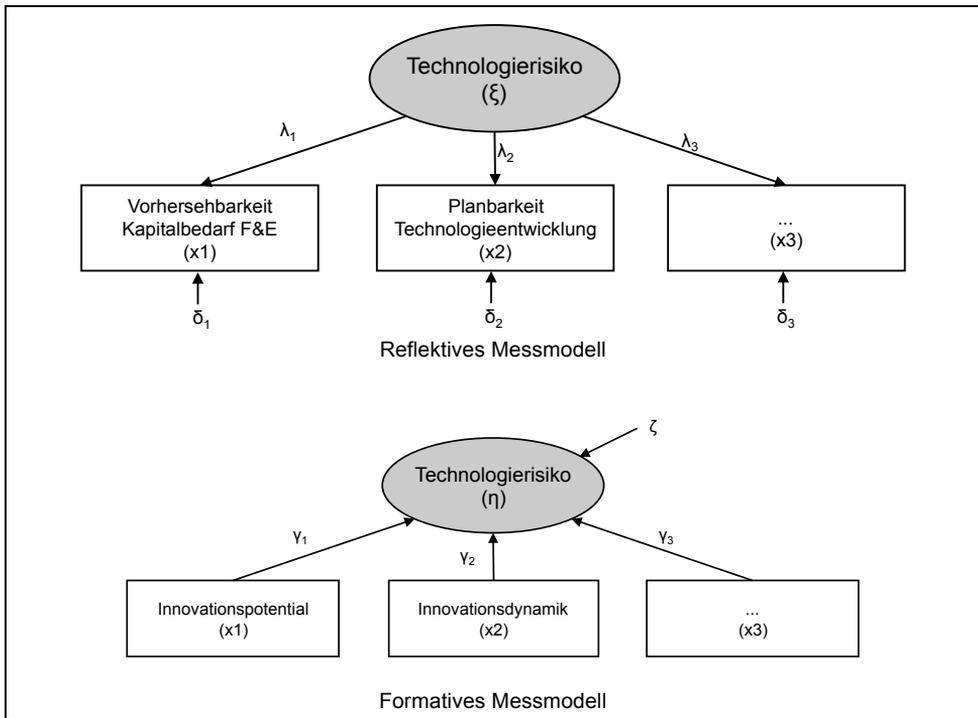


Abbildung 23: Reflektives und formatives Messmodell.⁵⁴⁸

5.2.1.1 Reflektives Messmodell

Reflektive Messmodelle zeichnen sich durch die zentrale Annahme aus, dass die beobachtbaren Indikatoren die latente Variable abbilden bzw. reflektieren. Die Indikatoren werden entsprechend auch als »reflektive Indikatoren« bezeichnet.⁵⁴⁹ Eine Veränderung der latenten Variable verursacht die Veränderung aller ihrer reflektiven Indikatoren. Entsprechend korrelieren sich die Indikatoren zueinander, vorausgesetzt sie bilden tatsächlich die latente Variable ab. Die für eine reflektive Spezifizierung eines Konstruktes erforderliche Anzahl von Indikatoren lässt sich ex ante nicht bestimmen. Aus theoretischer Sicht verbessert sich die Messung latenter Variablen durch eine größere Anzahl von Indikatoren, da sich erstens unsystematische Messfehler verringern lassen und zweitens sich die Reliabilität der Indikatoren, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass die Indikatoren tatsächlich Stellvertreter des Konstrukts sind, anhand der Korrelation der Indikatoren zueinander besser überprüfen lässt.⁵⁵⁰ Mit Hilfe der sogenannten Faktorenanalyse, lässt sich überprüfen, ob die vermuteten Indikatoren tatsäch-

⁵⁴⁸ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Weiber und Mühlhaus (2010, S.203).

⁵⁴⁹ In der englischen Literatur werden Indikatoren in reflektiven Messmodellen als »effect indicator« oder »reflective indicator« bezeichnet. Vgl. Bollen und Lennox (1991, S.305ff.).

⁵⁵⁰ Schnell et al. (2008, S.133ff.), Hildebrandt und Temme (2006, S.5).

lich ein Konstrukt abbilden.⁵⁵¹ Entsprechend hat sich in der empirischen Forschung der Ansatz durchgesetzt, hypothetische Konstrukte mit mehreren Indikatoren zu messen.⁵⁵² Allerdings zeigen bspw. Rossiter oder Ganzach et al., dass die Verwendung von multiplen Indikatoren nicht in jedem Fall notwendigerweise die Validität der Messung erhöht.⁵⁵³ Vielmehr lässt sich ihrer Ansicht nach ein Konstrukt auch mit einem einzelnen Indikator valide und verlässlich messen, vorausgesetzt, das zu messende Konstrukt kann konkret genug beschrieben werden.⁵⁵⁴ Dieser Messansatz bietet sich mit Blick auf die in der Praxis bestehenden Schwierigkeiten an, umfangreiche Daten von Studienteilnehmern zu erheben, da der Umfang der zu erhebenden Daten bei der Verwendung eines einzelnen Indikators deutlich verringert werden kann.⁵⁵⁵

5.2.1.2 Formatives Messmodell

Bei formativ spezifizierten Messmodellen geht die kausale Bezugsrichtung von den Indikatoren hin zur latenten Variable, d.h. die Indikatoren *verursachen* das latente Konstrukt.⁵⁵⁶ Die latente Variable lässt sich als eine Linearkombination ihrer Indikatoren darstellen. Hieraus ergeben sich für formative Messmodelle eine Reihe von Eigenschaften, die sich von denen reflektiver Messmodelle grundlegend unterscheiden. Bei einer Änderung eines Indikators ändert sich der Wert der latenten Variable, ohne dass sich die anderen Indikatoren notwendigerweise ebenfalls verändern. Eine Korrelation der Indikatoren untereinander, ein zentrales Merkmal reflektiver Messmodelle, besteht nicht zwingend bzw. ist keine Voraussetzung für die Validität des Messmodells. Fällt bei einem formativen Messmodell ein Indikator weg, so fällt immer auch ein Teil des latenten Konstrukts weg.⁵⁵⁷ Im Gegensatz dazu hat der Wegfall eines Indikators im reflektiven Messmodell keine Auswirkung auf das Konstrukt, die Indikatoren sind hier in einer gewissen Weise austauschbar. Dies hat zur Folge, dass der Auswahl der Indikatoren bei formativen Messmodellen eine hohe Bedeutung zukommt. Im Idealfall werden alle Indikatoren inkludiert, die inhaltlich begründet einen Beitrag zur Messung des latenten Konstruktes leisten.⁵⁵⁸ Für die Auswahl geeigneter Indikatoren stehen, anders als beim reflektiven Messmodell, keine statistischen Kriterien als Entscheidungshilfe zur Verfügung. Ein weiterer Unterschied gegenüber reflektiven Messmodel-

⁵⁵¹ Vgl. Schnell et al. (2008, S.161ff.) sowie für eine ausführlichere Darstellung der Faktorenanalyse Backhaus et al. (2011, S.330ff.).

⁵⁵² Vgl. Metastudie zu Spezifizierung von Konstrukten von Jarvis et al. (2003, S.199ff.) im Bereich Marketing sowie Fiet (1995a, S.561ff.) Parhankangas und Hellström (2007, S.191ff.) Raupp (2012, S.156ff.) als Beispiele für die Verwendung von reflektiv spezifizierten Konstrukten bei der Untersuchung von Investitionsentscheidungen von VC-Gesellschaften.

⁵⁵³ Vgl. Rossiter (2002, S.305ff.), Ganzach et al. (2008, S.317ff.).

⁵⁵⁴ Vgl. auch Bergkvist und Rossiter (2007, S.175ff.).

⁵⁵⁵ Vgl. Bergkvist und Rossiter (2007, S.175), Baruch und Holtom (2008, S.1139ff.), Weiner und Dalessio (2006, S.294ff.), Roszkowski und Bean (1990, S.495ff.).

⁵⁵⁶ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.528), Weiber und Mülhhaus (2010, S.201ff.), Diamantopolous und Winkelhofer (2001, S.269ff.).

⁵⁵⁷ Vgl. Diamantopolous und Winkelhofer (2001, S.271).

⁵⁵⁸ Vgl. Eberl (2004, S.6f.); Diamantopolous und Winkelhofer (2001, S.271f.), Bollen und Lennox (1991 S.307f.).

len besteht darin, dass formative Messmodelle inhärent unbestimmt sind, d.h. die latente Variable kann mathematisch nicht allein auf Grundlage der Indikatoren bestimmt bzw. geschätzt werden.⁵⁵⁹ Um ein formativ spezifiziertes latentes Konstrukt zu bestimmen, muss das Messmodell entweder in ein Kausalmodell eingebunden werden, in dem das latente Konstrukt weitere Konstrukte bestimmt, die ihrerseits reflektiv spezifiziert sind, oder mit Hilfe eines sogenannten MIMIC-Modells beschrieben werden, in dem dem latenten Konstrukt zusätzlich direkt reflektive Indikatoren zugeordnet werden (vgl. Abb. 24).⁵⁶⁰

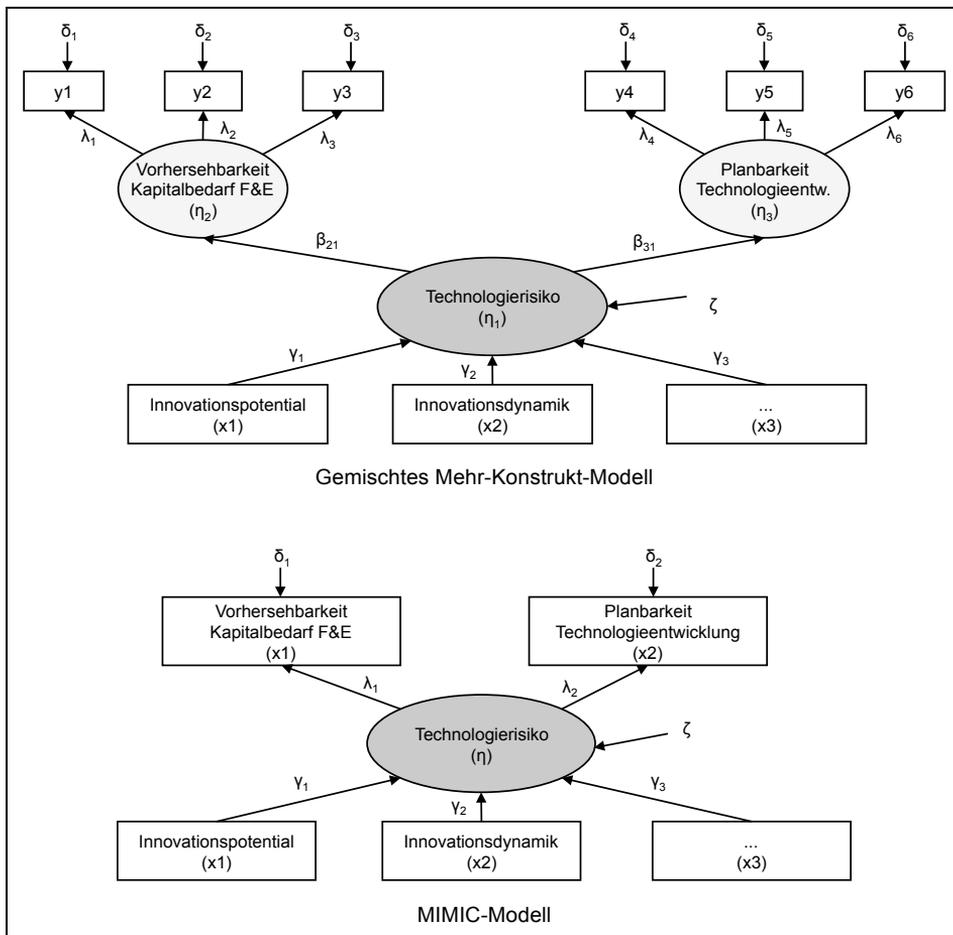


Abbildung 24: Bestimmung formativ spezifizierter latenter Konstrukte.⁵⁶¹

⁵⁵⁹ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.528), Bollen und Lennox (1991, S.312).

⁵⁶⁰ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.204f.). Das Erfordernis, einem formativ spezifizierten Konstrukt mindestens zwei reflektive Indikatoren bzw. reflektiv spezifizierte Konstrukte zuzuordnen, ergibt sich nur bei der Verwendung eines kovarianzbasierten Schätzverfahrens, wie bspw. bei der Verwendung von LISREL. Wird hingegen ein varianzbasiertes Schätzverfahren angewendet (z.B. PLS), so entfällt das Erfordernis, mindestens zwei reflektive Indikatoren/Konstrukte zuzuordnen. Vgl. Herrmann et al. (2006, S.52ff.).

⁵⁶¹ Quelle: Eigene, vereinfachte Darstellung in Anlehnung an Weiber und Mühlhaus (2010, S.205).

Ein Vergleich der beiden Modelle in Abbildung 24 macht deutlich, dass der Umfang der erforderlichen Daten für die Identifizierung eines formativ spezifizierten Konstrukts bei dem Mehr-Konstrukt-Modell wesentlich höher ist als bei einem MIMIC-Modell. Dieser Ansatz wird daher in der Regel nur verwendet, wenn die Kausalbeziehungen zwischen latenten Konstrukten den zentralen Teil des Erkenntnisinteresses ausmachen. Modelle, die gleichzeitig mehrere Kausalbeziehungen zwischen manifesten oder latenten Variablen abbilden, werden als Strukturgleichungsmodelle (SGM) bezeichnet.⁵⁶²

5.2.2 Auswahl des geeigneten Messmodells

Welches der beiden Messmodell bei einem Forschungsvorhaben zur Anwendung kommt, hängt im Wesentlichen davon ab, in welchem kausalen Zusammenhang die Indikatoren mit dem zu messenden Konstrukt stehen.⁵⁶³ Verursachen die Indikatoren das Konstrukt, handelt es sich um ein formatives Messmodell, verursacht das Konstrukt die Indikatoren, so handelt es sich um ein reflektives Messmodell. In der Praxis erweist sich die Zuordnung jedoch nicht immer als eindeutig, sodass es häufig zu Fehlspezifikationen von Messmodellen kommt.⁵⁶⁴ Jarvis et al. stellen daher detaillierte Entscheidungsregeln auf, nach denen sich das für den jeweiligen Forschungszweck geeignete Messmodell bestimmen lässt.⁵⁶⁵

| Kriterium | Reflektives Messmodell | Formatives Messmodell |
|---|---|---|
| Richtung der Kausalbeziehung zwischen Indikatoren und Konstrukt | <ul style="list-style-type: none"> Vom latenten Konstrukt weg, hin zu den Indikatoren. Indikatoren sind Erscheinungsformen des Konstrukts. Veränderungen des Konstrukts bewirken Änderungen aller Indikatoren. Veränderungen der Indikatoren bewirken keine Änderung des Konstruktes. | <ul style="list-style-type: none"> Von den Indikatoren zum latenten Konstrukt. Indikatoren sind definierende Eigenschaften des Konstrukts Veränderungen der Indikatoren bewirken Veränderungen des Konstrukts. Veränderungen des Konstrukts bewirken keine Veränderung der Indikatoren. |
| Austauschbarkeit der Indikatoren | <ul style="list-style-type: none"> Indikatoren sollten austauschbar sein. Indikatoren sollten denselben Inhalt oder ein gemeinsames Thema haben. Der Wegfall eines Indikators sollte den konzeptionellen Rahmen des Konstrukts nicht verändern. | <ul style="list-style-type: none"> Indikatoren müssen nicht austauschbar sein. Indikatoren müssen nicht den selben Inhalt oder ein gemeinsames Thema haben. Der Wegfall eines Indikators ändert möglicherweise den konzeptionellen Rahmen des Konstrukts. |

⁵⁶² Vgl. Backhaus et al. (2011, S.517ff.).

⁵⁶³ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.36f.).

⁵⁶⁴ Vgl. MacKenzie et al. (2005, S.716), Jarvis et al. (2003, S.207ff.).

⁵⁶⁵ Vgl. Jarvis et al. (2003, S.203).

| Kriterium | Reflektives Messmodell | Formatives Messmodell |
|--------------------------------------|--|--|
| Kovariation zwischen den Indikatoren | <ul style="list-style-type: none"> • Indikatoren sollten kovariieren. | <ul style="list-style-type: none"> • Indikatoren müssen nicht kovariieren. |
| Nomologische Netz der Indikatoren | <ul style="list-style-type: none"> • Das nomologische Netz der Indikatoren sollte sich nicht unterscheiden. • Indikatoren haben dieselben Ursachen und Konsequenzen. | <ul style="list-style-type: none"> • Das nomologische Netz der Indikatoren kann sich unterscheiden. • Indikatoren müssen nicht die selben Ursachen und Konsequenzen haben. |

Tabelle 8: Entscheidungskriterien zur Identifikation formativer und reflektiver Messmodelle.⁵⁶⁶

Hildebrandt und Temme vertreten die Ansicht, dass es im Wesentlichen von der Forschungsfrage abhängt, welches der beiden Modelle zur Messung eines latenten Konstrukts verwendet wird.⁵⁶⁷ Ist der Schwerpunkt des Forschungsinteresses auf die Frage gerichtet, wie ein Konstrukt zustande kommt, eignet sich ein formatives Messmodell zur Konstruktmessung. Ist das Zustandekommen hingegen von geringem Interesse und liegt das Erkenntnisinteresse auf der Messung des latenten Konstrukts, z.B. für die Betrachtung einer Kausalbeziehung zwischen mehreren latenten Konstrukten, bietet sich das reflektive Messmodell zur Bestimmung des Konstrukts an. Betrachtet man die in Abschnitt 4.4 der vorliegenden Untersuchung aufgestellten Hypothesen, so lassen sich die drei sektorspezifischen Risiken, »Technologierisiko«, »Marktrisiko« und »regulatorisches Risiko« sowie das sektorspezifische »Renditepotential« als Konstrukte identifizieren, die sich möglicherweise nicht einfach direkt messen lassen und daher mit Hilfe von Messmodellen bestimmt werden müssen. In den wenigen Studien zum Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften, die sich mit der Wahrnehmung von Risiken und dem Renditepotential befassen, wurde versucht, die Risikowahrnehmung mit Hilfe reflektiver Messmodelle zu messen.⁵⁶⁸ Bei genauer inhaltlicher Betrachtung der in diesen Studien verwendeten Messmodelle ergeben sich jedoch begründete Zweifel, ob die Konstrukte, wie dort behauptet, tatsächlich reflektiv spezifiziert sind, oder ob es sich bei den gewählten multiplen Indikatoren nicht doch, entsprechend der Entscheidungskriterien von Jarvis et al., um formative Indikatoren handelt.⁵⁶⁹ MacKenzie et al.

⁵⁶⁶ Quelle: Jarvis et al. (2003, S.203), Weber und Mühlhaus (2010, S.37).

⁵⁶⁷ Hildebrandt und Temme (2006, S.5f.).

⁵⁶⁸ Vgl. Parhankangas und Hellström (2007, S.192) (market risk), Fiet (1995a, S.553f.) (market risk), Raupp (2012, S.123ff., S.149f. und S.158f.) (Marktrisiko) und (Innovationsrisiko).

⁵⁶⁹ Vgl. Jarvis et al. (2003, S.203) sowie Abbildung 22. Sowohl Fiet (1995a, S.53f.) als Parhankangas und Hellström (2007, S.192) nutzen i.W. folgende Indikatoren zur reflektiven Spezifizierung des Marktrisikos: (1) »Unattraktivität der Industrie«, (2) »Geringe Nachfrage nach dem Produkt«, (3) »Geringe Anzahl von Käufern«, (4) »Wettbewerbsfähige Konkurrenzprodukte«, (5) »Veraltete Technologie«. Während die »Unattraktivität der Industrie« durchaus – wenn auch semantisch sehr weit gefasst – als eine Erscheinungsform von Marktrisiko verstanden werden kann (Richtung der Kausalbeziehung: Marktrisiko führt zu Unattraktivität = reflektiv) ist es bei den Indikatoren »Geringe Nachfrage« oder »Wettbewerbsfähige Konkurrenzprodukte« logisch betrachtet doch eher umgekehrt (Richtung der Kausalbeziehung: »Geringe Nachfrage«/»Wettbewerbsfähige Konkurrenzprodukte« führen zu Marktrisiko = formativ). Auch die Überprüfung anhand der anderen Entscheidungskriterien von Jarvis et al. (2003, S.203) sprechen für einen formativen Charakter des verwendeten Messmodells. Die genaue Vorgehensweise von Raupp (2012, S.149f.) bei der Messung von »Marktrisiko« und »Innovationsrisiko« lässt sich auch nach intensiver Lek-

und Diamantopoulos und Siguaw zeigen, dass eine solche Fehlspezifikation des Messmodells zu signifikanten Verzerrungen des Messergebnisses führen kann.⁵⁷⁰ Außerdem sehen z.B. Ganzach et al. die Messung von Risikowahrnehmung im allgemeinen Investitionskontext mit mehreren reflektiven Indikatoren kritisch.⁵⁷¹ Sie zeigen in ihrer Studie, dass die Risikowahrnehmung von Investoren in dem von ihnen betrachteten Fall valider mit Hilfe eines einzigen Indikators, der direkten Abfrage der Risikoeinschätzung des Befragten, gemessen werden kann.⁵⁷² Dieses Ergebnis bedeutet zwar nicht, dass Risikowahrnehmung bei Auswahl geeigneter Indikatoren nicht auch mit mehreren Indikatoren reflektiv gemessen werden könnte. Es wirft aber die berechtigte Frage auf, ob Risikowahrnehmung sich als Konstrukt tatsächlich der direkten Messbarkeit entzieht. In der wissenschaftlichen Literatur finden sich zahlreiche empirische Studien, in denen die Risikowahrnehmung von Investoren in Entscheidungssituationen mit Hilfe einer einzelnen Abfrage direkt gemessen wird.⁵⁷³ Als Alternative zum reflektiven Messansatz bietet sich die formative Spezifizierung der in dieser Studie verwendeten Konstrukte an. Dies hat den Vorteil, dass die Einflussgrößen, welche die drei Risiken und das Renditepotential bestimmen, in das Zentrum der Betrachtung rücken. Die Kenntnis der Ursachen stellt eine wesentliche Voraussetzung dafür dar, Maßnahmen zu identifizieren, die das Investitionsumfeld für VC-Gesellschaften potentiell verbessern können. Die Wahl formativer Indikatoren bietet außerdem die Möglichkeit, die bisher im Rahmen von qualitativen Untersuchungen ermittelten Ursachen in das Messmodell einzubinden und hinsichtlich ihrer subjektiv wahrgenommenen Relevanz quantitativ zu überprüfen.⁵⁷⁴ In Anlehnung an die Argumentation von Hildebrandt und Temme werden daher in der vorliegenden Studie die vier zentralen Konstrukte mit Hilfe formativer Messmodelle spezifiziert.⁵⁷⁵ Die Operationalisierung der vier Konstrukte wird in Abschnitt 5.4. vorgestellt.

türe der Publikation nicht zweifelsfrei feststellen. Aus den Angaben zur Methodik geht nicht hervor, ob die beiden Konstrukte für die weiterführenden Analysen mittels Faktorenanalyse geschätzt wurden. Es scheint, dass die Konstrukte als Durchschnittswert der Indikatoren ermittelt wurden (vgl. Ausführungen auf Seite 123f. und 149f.). In diesem Fall entspricht die Vorgehensweise methodisch eher einer formativen Spezifizierung, bei der auf Basis der Indikatoren ein ungewichteter Index gebildet wird. Vgl. hierzu Bortz und Döring (2006, S.143ff.).

⁵⁷⁰ Vgl. MacKenzie et al. (2005, S.710ff.) und Diamantopoulos und Siguaw (2006, S.263ff.).

⁵⁷¹ Vgl. Ganzach et al. (2008, S.317ff.). Als Grundlage dient ihnen die reflektive Spezifizierung der Risikowahrnehmung aus der Studie von Sitkin und Weingart (1995, S.1573ff.).

⁵⁷² Vgl. Ganzach et al. (2008, S.320–322). In ihrer Studie liefert diese Globalabfrage der Risikowahrnehmung eine validere Messung des tatsächlichen Risikos fiktiver Investitionsentscheidungen als das von Sitkin und Weingart (1995, S.1581 und S.1591) verwendete Messmodell, welches für die Messung vier reflektive Indikatoren verwendet. Ganzach et al. (2008, S.320–322) erklären die Schwierigkeit bzw. die Fehlerhaftigkeit der Messung bei Sitkin und Weingart damit, dass die verwendeten reflektiven Indikatoren eher das wahrgenommene Renditepotential messen als das wahrgenommene Risiko.

⁵⁷³ Andere Studien, die die Risikowahrnehmung mit Hilfe eines einzelnen reflektiven Indikators bzw. einer Globalabfrage erheben, sind z.B.: Ferris et al. (1989, S.234), Capstaff (1991, S.189), MacGregor et al. (1999, S.69–70), Siebenmorgen et al. (2000, S.4) Ganzach (2000, S.358) Viger et al. (2002, S.13ff.) Koonce et al. (2005, S.227) Kahan et al. (2012, S.732ff.).

⁵⁷⁴ Vgl. Ausführungen in Absatz 4.2 dieser Studie.

⁵⁷⁵ Vgl. Hildebrandt und Temme (2006, S.5f.), schematische Darstellung in Abbildung 24.

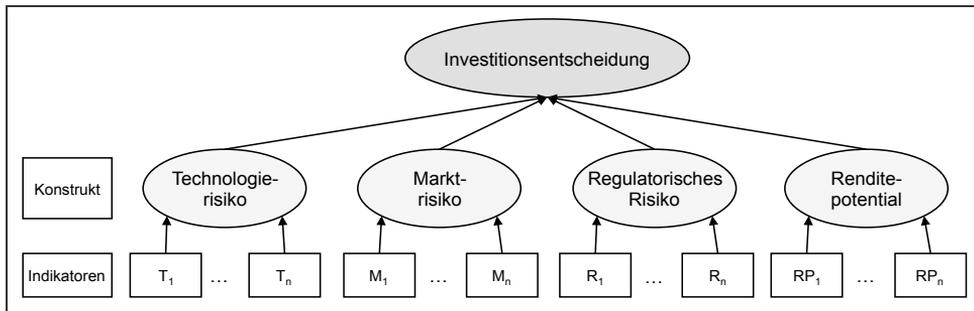


Abbildung 25: Formative Spezifizierung der Konstrukte.⁵⁷⁶

5.2.3 Identifizierung formativer Messmodelle

Ein entscheidender Nachteil formativer Messmodelle ist, dass sie, im Gegensatz zu reflektiven Messmodellen, für sich alleine genommen mathematisch unteridentifiziert sind; d.h. das latente Konstrukt kann nicht allein anhand der formativen Indikatoren errechnet bzw. geschätzt werden.⁵⁷⁷ Um die latenten Konstrukte in der vorliegenden Studie auf ihren Einfluss auf die Investitionsentscheidungen von VC-Gesellschaften (Hypothesen 1-a und 1-b) sowie ihren kausalen Zusammenhang mit bestimmten sektorspezifischen Merkmalen (Hypothesen 2-a bis 2-g) hin überprüfen zu können, wird daher zusätzlich zu den formativen Indikatoren die Wahrnehmung der Risiken und des Renditepotentials bei den VC-Gesellschaften direkt mittels Globalabfrage erhoben. Wie bereits im vorigen Absatz beschrieben, ist eine direkte Messung eines latenten Konstruktes mit nur einem reflektiven Indikator, konzeptionell nicht unproblematisch. Erstens können mögliche Messfehler nicht mit Hilfe redundanter Indikatoren identifiziert werden und zweitens können die Befragten die individuell für sie relevanten Aspekte des Konstrukts stärker bei der Bewertung berücksichtigen und weniger relevante Aspekte ignorieren.⁵⁷⁸ Die Ergebnisse wären dann möglicherweise nicht über mehrerer Personen hinweg vergleichbar.⁵⁷⁹ Um dies zu verhindern bzw. zu minimieren, müssen Konstrukte die mittels Globalabfrage gemessen werden sollen, den Befragten so konkret und genau wie möglich beschrieben werden.⁵⁸⁰ Von Vorteil im vorliegenden Fall ist, dass es sich bei den Befragten in dieser Studie um erfahrene Investmentexperten handeln wird, die sich täglich im Rahmen von Investitionsentscheidungen mit unter-

⁵⁷⁶ Eigene Darstellung.

⁵⁷⁷ Vgl. Bollen und Lennox (1991, S.312).

⁵⁷⁸ Vgl. Boer et al. (2004, S.311f.).

⁵⁷⁹ Eine alternative Möglichkeit besteht darin, eine in kausaler Abhängigkeit stehende Variable, hier die »Anpassung der Investitionsentscheidung«, reflektiv zu spezifizieren und mit Hilfe eines Kausalmodells die latenten Variablen zu schätzen. Die Variable »Anpassung der Investitionsentscheidung« wird in der Studie allerdings als binäre (ja/nein) bzw. als Nominalskala erhoben und enthält somit unzureichende Informationen für die Verwendung in einem Kausalmodell. Die Spezifizierung mit Hilfe eines Kausalmodells würde außerdem für die Messung der Risiko- und Renditewahrnehmung der einzelnen Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors (Hypothesen: 2-a bis 2-g) eine unpraktikabel hohe Anzahl an zu erhebenden Daten erfordern.

⁵⁸⁰ Fuchs und Diamantopoulos (2009, S.204).

schiedlichen Aspekten von Risiken und Renditepotentialen befassen.⁵⁸¹ Es kann daher angenommen werden, dass die Investmentexperten die Konstrukte mit einer Globalabfrage verlässlich einschätzen können. Diamantopoulos et al. weisen außerdem darauf hin, dass ein einzelner Indikator, insbesondere bei Untersuchungen mit geringen Fallzahlen, im Vergleich zu multiplen Indikatoren ähnlich valide Messergebnisse liefert.⁵⁸² Ein wesentlicher Vorteil der Globalabfrage besteht in dem geringeren Erhebungsaufwand für die einzelnen Konstrukte. Mit der Anzahl der zu beantwortenden Fragen in einem Fragebogen nimmt in der Regel die Motivation und die Teilnahmewahrscheinlichkeit der Befragten ab.⁵⁸³ Für die Überprüfung der Hypothesen in dieser Studie werden nicht nur die Wahrnehmung von Risiken und Renditepotentialen für den gesamten Erneuerbare-Energien-Sektor, sondern auch für die einzelnen Teilssegmente sowie verschiedene Kontroll- und Moderatorvariablen erhoben. Die Möglichkeit der Globalabfrage der latenten Konstrukte bedeutet daher eine deutliche Verringerung der zu erhebenden Datenmenge.

5.2.4 Gütemaß der Messungen

Die Güte von Messmodellen lässt sich anhand verschiedener Kriterien überprüfen, die sich allerdings für formative und reflektive Messungen unterscheiden. Nachfolgend werden zuerst die Gütekriterien für die im vorigen Abschnitt betrachtete Globalabfrage der Konstrukte zur Identifizierung der formativen Messmodelle und anschließend die formativen Messmodelle selbst betrachtet.

5.2.4.1 Reflektive Messung

Die globale Abfrage des latenten *Konstrukts* entspricht formell einer reflektiven Messung mit nur einem einzelnen Indikator. Da nur ein reflektiver Indikator vorliegt, ist die Möglichkeit, die Güte der Messung zu überprüfen, eingeschränkt.

Reliabilität

Reliabilität bezeichnet, inwieweit die Messinstrumente (die Indikatoren), einen Sachverhalt (das latente Konstrukt) verlässlich messen, also bei wiederholter Messung das gleiche Ergebnis liefern. Bei reflektiven Konstrukten mit mehreren Indikatoren wird die Reliabilität anhand der internen Konsistenz der Indikatoren beurteilt. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass die einzelnen Indikatoren jeweils dasselbe Konstrukt abbilden und somit Wiederholungen einer Messung darstellen. Bei nur einem reflektiven Indikator kann die Reliabilität auf diese Art und Weise nicht überprüft werden. Andere Möglichkeiten, zu zeigen, dass eine Globalabfrage ein Konstrukt verlässlich misst,

⁵⁸¹ Vgl. Abschnitt 6.1 für die Auswahl der Studienteilnehmer.

⁵⁸² Vgl. Diamantopoulos et al. (2012, S.444).

⁵⁸³ Vgl. Fuchs und Diamantopoulos (2009, S.196).

bestehen zumindest theoretisch in der sogenannten »Test-Retest«-Methode, der »Paralleltest«-Methode oder der »Splithalf«-Methode. Bei der »Test-Retest«-Methode wird die Messung in einem gewissen zeitlichen Abstand bei denselben Objekten bzw. Befragten wiederholt.⁵⁸⁴ Unter der Annahme, dass der wahre Wert in der Zwischenzeit unverändert bleibt, weist die Korrelation der Messergebnisse auf die Verlässlichkeit des Messinstruments hin. In der Praxis lässt sich diese Methode allerdings in den wenigsten Fällen sinnvoll anwenden, da nur selten die Möglichkeit besteht, einen bestimmten Sachverhalt bei denselben Personen erneut zu erheben.⁵⁸⁵ Sowohl die Paralleltest-Methode als auch die Splithalf-Methode finden aufgrund praktischer Erwägungen in der Praxis kaum Verwendung.⁵⁸⁶

Validität

Validität bezeichnet, inwieweit die Messinstrumente (die Indikatoren) tatsächlich den Sachverhalt (das latente Konstrukt) messen, den sie messen sollen. Das wesentliche Validitätsmaß ist die Konstruktvalidität.⁵⁸⁷ »Konstruktvalidität liegt dann vor, wenn aus dem Konstrukt empirisch überprüfbare Aussagen über Zusammenhänge dieses Konstrukts mit anderen Konstrukten theoretisch hergeleitet werden können und sich diese Zusammenhänge empirisch nachweisen lassen.«⁵⁸⁸ Konstruktvalidität wird bei reflektiven Messmodellen in der Regel anhand zweier Kriterien beurteilt: Diskriminanzvalidität und Konvergenzvalidität.⁵⁸⁹ Diese beiden Kriterien lassen sich jedoch mathematisch nicht ermitteln, wenn Konstrukte jeweils mit nur einem reflektiven Indikator gemessen werden.⁵⁹⁰ Sie kommen daher in dem vorliegenden Fall nicht zur Anwendung.

5.2.4.2 Formative Messung

Die Güte formativer Messungen lässt sich anhand verschiedener Kriterien beurteilen. Diese werden nachfolgend beschrieben.

⁵⁸⁴ Vgl. Schnell et al. (2008, S.151f.).

⁵⁸⁵ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.208f.) sowie Schnell et al. (2008, S.151f.) für weiterführende Ausführungen zu den Schwierigkeiten, die sich bei der Anwendung der Test-Retest-Methode in der Praxis ergeben.

⁵⁸⁶ Für die »Paralleltest«-Methode muss zum gleichen Zeitpunkt eine zweite vergleichbare Messung des Konstrukts mit einem anderen Indikator stattfinden. Aus der Korrelation der beiden Messungen lässt sich dann auf die Reliabilität der Messung schließen. Der Erhebungsaufwand verdoppelt sich entsprechend, vorausgesetzt es lässt sich ein entsprechender zweiter Indikator identifizieren. Bei der »Splithalf«-Methode werden die Messergebnisse in zwei Hälften aufgeteilt und die Korrelation der beiden Hälften miteinander als Hinweis auf die Reliabilität der Messung interpretiert. Die Korrelation kann sich allerdings je nach Aufteilung der Messwerte unterscheiden. Für eine kritische Betrachtung der beiden Methoden vgl. Schnell et al. (2008, S.152f.).

⁵⁸⁷ Die anderen Formen von Validität sind Inhaltsvalidität und Kriteriumsvalidität. Sie kommen aber in der wissenschaftlichen Praxis selten zur Anwendung. Vgl. Schnell et al. (2008, S.155f.).

⁵⁸⁸ Schnell et al. (2008, S.156).

⁵⁸⁹ Für eine Beschreibung der Kriterien vgl. Schnell et al. (2008, S.156ff.).

⁵⁹⁰ Vgl. Fuchs und Diamantopoulos (2009, S.202).

5.2.4.2.1 Kollinearität der Indikatoren

Die einzelnen Indikatoren des formativen Messmodells sollten weitestgehend unabhängig voneinander sein, da ansonsten bei dem zugrundeliegenden regressionsanalytischen Ansatz zur Bestimmung des latenten Konstrukts der jeweilige Einfluss der einzelnen Indikatoren auf das latente Konstrukt nicht zuverlässig bestimmt werden kann.⁵⁹¹ Multikollinearität der formativen Indikatoren kann mit Hilfe des sogenannten »Variance Inflation Factor« (VIF) für jeden Indikator einzeln überprüft werden.⁵⁹² Der VIF zeigt an, in welchem Maße die übrigen Indikatoren des formativen Messmodells bereits den Indikator abbilden.⁵⁹³ Der VIF-Minimalwert liegt bei 1 und steht stellvertretend für keine Multikollinearität.⁵⁹⁴ Als Grenzwert für eine unzulässig hohe Multikollinearität wird in der Literatur meistens ein VIF-Wert größer als 10 angesehen.⁵⁹⁵ Weiber und Mühlhaus plädieren allerdings dafür, bereits ab einem deutlich niedrigeren Schwellenwert von $VIF > 3$ den betroffenen Indikator inhaltlich genauer zu überprüfen.⁵⁹⁶

Liegt bei einem Indikator eine hohe Multikollinearität vor, gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten hiermit umzugehen: Erstens, der Indikator wird eliminiert, da er weitestgehend redundante Informationen erhält, oder zweitens die korrelierenden Indikatoren werden zu einem gemeinsamen Indikator zusammengefasst. Die Elimination eines Indikators ist insgesamt kritisch zu betrachten, da bei einem formativ spezifizierten Konstrukt jeder Indikator einen bestimmten Aspekt des Konstruktes abbildet. Wird ein Indikator eliminiert, so ändert sich damit meistens auch der Inhalt des Konstruktes. Fuchs spricht in diesem Zusammenhang von einer »Prämisse der theoretisch-sachlogischen Überlegung«, die einer Eliminierung des formativen Indikators entgegensteht.⁵⁹⁷ Diamantopoulos und Riefer plädieren für die Elimination des Indikators nur dann, wenn *zusätzlich* zu einer hohen Multikollinearität der Indikator nicht signifikant zur Erklärung des latenten Konstruktes beiträgt *und* das latente Konstrukt durch die anderen Indikatoren inhaltlich ausreichend beschrieben wird.⁵⁹⁸ Die Zusammenfassung von Indikatoren zu einem gemeinsamen Indikator ist nur dann sinnvoll, wenn die Indikatoren denselben inhaltlichen Aspekt des Konstruktes abbilden und hoch miteinander korrelieren. Weiber und Mühlhaus empfehlen in einem solchen Fall, aus den betroffenen Indikatoren ein reflektives Konstrukt zu bilden und dieses als Indikator in das formative Modell aufzunehmen.⁵⁹⁹

⁵⁹¹ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.93ff.), oder Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.272).

⁵⁹² Fuchs (2011, S.29) nennen den sogenannten »Konditionsindex« als weiteren Test für Multi-kollinearität. Dieser findet aber in der sonstigen Literatur keine Beachtung. Er kommt daher in dieser Studie nicht zur Anwendung.

⁵⁹³ Für die mathematischen Grundlagen zur Bestimmung des VIF vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.207).

⁵⁹⁴ Vgl. Fuchs (2011, S.29).

⁵⁹⁵ Vgl. Fuchs (2011, S.29), Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.272), Weiber und Mühlhaus (2010, S.207).

⁵⁹⁶ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.207f.).

⁵⁹⁷ Fuchs (2011, S.29).

⁵⁹⁸ Vgl. Diamantopoulos und Riefer (2008, S.1193).

⁵⁹⁹ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.208).

5.2.4.2.2 *Reliabilität*

Anders als bei reflektiven Messmodellen mit mehreren Indikatoren kann bei formativen Messmodellen die Reliabilität der Indikatoren nicht anhand der internen Konsistenz der Indikatoren beurteilt werden, da formative Indikatoren nicht als Wiederholungen einer Messung verstanden werden können. Hier repräsentieren die einzelnen Indikatoren unterschiedliche Aspekte des Konstrukts. Aus einer Betrachtung der Indikatoren lassen sich daher keinerlei Rückschlüsse auf die Verlässlichkeit der formativen Konstruktmessung ableiten. Alternativ kann die Verlässlichkeit, mit der formativer Indikatoren ein Konstrukt messen, wie bei reflektiven Messmodellen (vgl. Abschnitt 5.2.4.1.) zumindest theoretisch mit Hilfe der »Test-Retest«-Methode, der »Paralleltest«-Methode oder der »Splithalf«-Methode untersucht werden. Die Methoden weisen aber, wie bereits erwähnt, Probleme bei der praktischen Anwendung auf und kommen daher nicht zur Anwendung.

5.2.4.2.3 *Validität*

Bei formativ spezifizierten Messmodellen wird zwischen der Validität der Indikatoren (Indikatorvalidität) und der Validität des Konstrukts (Konstruktvalidität) unterschieden.

Indikatorvalidität

Die Validität der einzelnen Indikatoren eines formativen Konstrukts wird anhand ihrer Signifikanz bei der Erklärung des Konstruktes beurteilt. Diese lässt sich anhand des Regressionskoeffizienten des Indikators bestimmen. Ist dieser statistisch signifikant (verschieden von Null) so weist der einzelne Indikator eine hohe Bedeutung zur Begründung des Konstrukts auf.⁶⁰⁰ Lässt sich für einen Indikator hingegen statistisch kein signifikanter Unterschied zu Null feststellen, so trägt er nicht zur Erklärung des Konstruktes bei und ist somit kein valider Indikator zur Messung des Konstrukts. Folglich sollte er auch nicht zur Messung des Konstruktes herangezogen werden. Ob ein statistisch nicht signifikanter Indikator aus einem formativen Konstrukt ohne Veränderung des Inhalts entfernt werden kann, ist nur nach einer inhaltlichen Analyse zu beurteilen. Auf die Problematik der Elimination von inhaltlich begründeten Indikatoren aus einem formativen Messmodell wurde bereits im Abschnitt 5.2.2.1. eingegangen. Eine weitere zumindest theoretische Möglichkeit, die Indikatorvalidität zu überprüfen, besteht darin, die Korrelation der formativen Indikatoren mit einer externen Variablen zu ermitteln.⁶⁰¹ Diese externe Variable sollte den Inhalt des latenten Konstrukts übergreifend

⁶⁰⁰ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.209).

⁶⁰¹ Vgl. Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.272).

erfassen bzw. abbilden.⁶⁰² Korreliert ein formativer Indikator nicht mit der externen Variablen so deutet dies auf eine geringe Validität des entsprechenden Indikators hin.

Konstruktvalidität

Die Validität eines formativ spezifizierten Konstrukts lässt sich anhand seiner Beziehung zu den Konstrukten feststellen, die für seine Identifizierung erforderlich sind (vgl. Abschnitt 5.2.1.2.).⁶⁰³ In der Literatur werden hierfür die Identifizierung mit Hilfe eines MIMIC-Modells oder die Einbindung in ein Strukturgleichungsmodell vorgeschlagen.⁶⁰⁴ Im vorliegenden Fall wird nur ein einzelner reflektiver Indikator, das Konstrukt selbst, erhoben. Mit Hilfe eines regressionsanalytischen Ansatzes lässt sich die Validität des formativen Konstrukts anhand des Bestimmtheitsmaß R^2 bestimmen.⁶⁰⁵ Wird das latente Konstrukt darüber hinaus in ein Kausalmodell eingebunden, so lässt sich zusätzlich zur Konstruktvalidität die externe Validität bzw. die Prognosevalidität des formativen Konstrukts anhand des Regressionskoeffizienten zwischen dem zu bestimmenden Konstrukt und einem anderen Konstrukt beurteilen. Ist der Regressionskoeffizient statistisch signifikant und weist er die theoretisch zu erwartende Bezugsrichtung auf, kann dies als Hinweis für die externe Validität der formativen Konstruktmessung gesehen werden.⁶⁰⁶ Nachfolgend werden die Gütemaße formativ spezifizierter Messmodelle übersichtshalber noch einmal zusammengefasst.

| Kriterium | Test | Grenzwert | Quelle |
|-------------------------------|--|------------------------------|--|
| Kollinearität der Indikatoren | Variance Inflation Factor (VIF) | ≤ 10 | Fuch (2011, S.29) |
| | | ≤ 3 | Weiber und Mühlhaus (2010, S.207f.) |
| Reliabilität | Test-Retest-Methode | -- | Schnell et al. (2008, S.151f.) |
| Indikatorvalidität | Regressionsgewichte der Indikatoren | Signifikant z.B. $< 0,10$ | Weiber und Mühlhaus (2010, S.209) |
| | Korrelation mit externem »Global-Item« | Signifikant z.B. $< 0,10$ | Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.272) |

⁶⁰² Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.272) bezeichnen eine Variable, die die Gesamtheit des Konstrukts erfasst als »Global-Item«.

⁶⁰³ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.209).

⁶⁰⁴ Vgl. Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.272f.). Für welches der zwei Modelle man sich entscheidet, hängt im Wesentlichen davon ab, ob für das latente Konstrukt überhaupt direkt zuordenbare redundante, reflektive Indikatoren erhoben werden können. Falls dies der Fall ist, bietet sich das MIMIC-Modell zur Identifizierung und Validierung des Konstrukts an, da in diesem Fall für jedes Konstrukt die Validität bestimmt werden kann, bevor es bspw. in ein Strukturgleichungsmodell eingebunden wird.

⁶⁰⁵ Vgl. Chin (1998, S.316f.).

⁶⁰⁶ Vgl. Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.273f.) und Weiber und Mühlhaus (2010, S.209). Welche Voraussetzungen für die Überprüfung der Konstruktvalidität innerhalb eines Strukturgleichungsmodells erfüllt sein müssen, hängt entscheidend von der Wahl des Schätzalgorithmus ab. Wird ein Kovarianzbasierter Ansatz gewählt (z.B. LISREL), so müssen mindestens zwei weitere Konstrukte, die in einem kausalen Zusammenhang mit dem zu validierenden Konstrukt stehen, reflektiv spezifiziert werden können. Wird hingegen ein varianzbasierter Ansatz gewählt (z.B. PLS oder eine multiple Regression), so ist nur ein einzelnes Konstrukt erforderlich.

| Kriterium | Test | Grenzwert | Quelle |
|--------------------|--|--|--|
| Konstruktvalidität | Bestimmtheitsmaß des formativen Konstrukts R^2 | Möglichst hoch | Backhaus et al. (2011, S.99f.) |
| | Regressionskoeffizient im Kausalmodell | Richtungstreu und Signifikant z.B. $< 0,10$ | Diamantopoulos und Winkelhofer (2001, S.272) |

Tabelle 9: Gütemaße formativer Messmodelle.⁶⁰⁷

5.3 Testen der Hypothesen

Im Anschluss an die Frage, wie latente Konstrukte reliabel und valide gemessen werden können, widmet sich dieser Abschnitt der Überlegung, auf welche Art und Weise die in Abschnitt 4.4.1 formulierten Hypothesen überprüft werden können. Bei den Hypothesen handelt es sich sowohl um Zusammenhangs- als auch um Unterschiedshypothesen.⁶⁰⁸ Diese beiden Hypothesentypen können mit Hilfe verschiedener dependenzanalytischer Methoden überprüft werden. Nachfolgend werden die wesentlichen Methoden, die in dieser Studie verwendet werden, kurz aufgeführt und erläutert, ohne auf die rechentechnischen Grundlagen einzugehen.⁶⁰⁹

5.3.1 Testen der Zusammenhangshypothesen

Um einen vermuteten Zusammenhang zwischen einer unabhängigen und einer abhängigen Variablen zu überprüfen, bieten sich verschiedene statistische Methoden an. Mit Hilfe der klassischen *Korrelationsanalyse* kann die Stärke eines linearen oder monotonen Zusammenhangs zweier Variablen gemessen werden.⁶¹⁰ Sie eignet sich für die Zusammenhangsanalyse zweier Variablen, wenn keine Aussage über die Richtung der kausalen Beziehung gemacht werden kann.⁶¹¹ Die *Regressionsanalyse* hingegen untersucht eine Ursache-Wirkung-Beziehung und eignet sich daher dazu, die abhängige

⁶⁰⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Weiber und Mühlhaus (2010, S.210).

⁶⁰⁸ Vgl. Bortz und Döring (2006, S.505 ff.).

⁶⁰⁹ Auf eine Darstellung der rechentechnischen Grundlagen wird verzichtet, da es sich um gängige, bekannte statistische Methoden handelt. Die mathematische Betrachtung kann bspw. in Neubauer et al. (2002, S.199ff.) nachvollzogen werden.

⁶¹⁰ Dieser Anwendungsfall entspricht der Korrelation nach Bravais-Pearson. Der Korrelationskoeffizient nach Bravais-Pearson lässt sich mathematisch auch bei nicht-linearen Abhängigkeiten errechnen, liefert hier aber keine sinnvolle Beschreibung des nicht-linearen Zusammenhangs. Für eine Betrachtung der Korrelation bei nicht-linearen Zusammenhängen oder bei mehreren (>2) Variablen vgl. Neubauer et al. (2002, S.225ff.) Für die Anwendung der Korrelationsanalyse bei nicht metrisch bzw. intervallskalierten Variablen vgl. Bortz (2005, S.224ff.).

⁶¹¹ In der vorliegenden Untersuchung wird die Korrelationsanalyse nur im Zusammenhang mit der multiplen Regressionsanalyse eingesetzt, um die erklärenden Variablen bzw. die Regressoren untereinander auf Multikollinearität hin zu untersuchen. Wie bereits in Absatz 5.2.3.2.1. ausgeführt, verhindert eine Multikollinearität der Indikatoren die verlässliche Schätzung der abhängigen Variable. Die einfache Korrelationsanalyse untersucht, ob zwei Variablen miteinander korrelieren. Multikollinearität zwischen mehreren Variablen kann auf diese Art und Weise möglicherweise nicht entdeckt werden. Hierfür ist eine Regressionsanalyse jeder einzelnen unabhängigen Variable auf die jeweils übrigen unabhängigen Variablen erforderlich. Aus den Bestimmtheitsmaßen lässt sich dann der Variance Inflation Indicator (VIF) errechnen und beurteilen, ob Multikollinearität vorliegt.

Variable aus einer oder mehreren unabhängigen Variablen vorherzusagen bzw. zu berechnen. Ein kausaler Zusammenhang zwischen unabhängiger und abhängiger Variable lässt sich allerdings weder aus den Ergebnissen der Korrelations- noch der Regressionsanalyse unmittelbar ableiten. Ein solcher kann nur aufgrund theoretischer oder sachlogischer Überlegungen vermutet werden.⁶¹² In der vorliegenden Studie werden, abhängig von der Anzahl und Skala der beteiligten Variablen, drei unterschiedliche Regressionsmethoden zur Überprüfung der Zusammenhangshypothesen eingesetzt: (1) die einfache lineare Regressionsanalyse, (2) die multiple lineare Regressionsanalyse und (3) die logistische Regressionsanalyse.

5.3.1.1 Einfache und multiple lineare Regressionsanalyse

Mit Hilfe der einfachen (univariaten) linearen Regression lässt sich eine vermutete Kausalbeziehung zwischen *einer* unabhängigen und *einer* abhängigen Variable untersuchen, wenn beide Variablen ein metrisches Skalenniveau besitzen.⁶¹³ Dieser Anwendungsfall trifft in der vorliegenden Studie auf die Hypothesen zur möglichen Existenz von Pfadabhängigkeiten zu (Hypothesen 4a–4c). Wird eine Kausalbeziehung zwischen *mehreren* unabhängigen und *einer* abhängigen metrischen Variable vermutet, so muss die Hypothese mit Hilfe der multiplen linearen Regression überprüft werden (Hypothesen 2-b bis 2-g).⁶¹⁴

Bei linearen Regressionsanalysen wird anhand der Beobachtungswerte von unabhängigen und abhängigen Variablen eine lineare Geradengleichung bestimmt, die eine möglichst genaue Abbildung der abhängigen Variable durch die unabhängigen Variablen beschreibt. Dabei wird zur Berechnung der Regressionsgleichung das Kriterium der kleinsten Quadrate verwendet.⁶¹⁵ Die Güte der Regressionsgleichung lässt sich, analog zur Konstruktvalidität formativer Messmodelle, anhand des Bestimmtheitsmaßes R^2 ermitteln.⁶¹⁶ Es gibt an, welcher Anteil der Varianz der abhängigen Variable anhand der Regressionsgleichung erklärt werden kann.⁶¹⁷ Ob das Regressionsergebnis auch tatsächlich statistisch signifikant ist, d.h. ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen besteht, lässt sich mit Hilfe der

⁶¹² Vgl. Bortz (2005, S.235f.), Backhaus et al. (2011, S.57).

⁶¹³ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.56ff.).

⁶¹⁴ Die Hypothesen zu den sektorspezifischen Einflussgrößen auf das Risiko-Rendite-Verhältnis (2-a–2-g) bilden jede für sich genommen ebenfalls eine einfache Kausalbeziehung ab. Da sich aber jeweils mehrere unabhängige Variablen auf einen sektorspezifischen Einflussfaktor beziehen, muss der Einfluss der anderen Variablen kontrolliert bzw. konstant gehalten werden, um den originären Erklärungsbeitrag der einzelnen Variablen auf die abhängige Variable verlässlich bestimmen zu können. Aus diesem Grund müssen die Hypothesen bei der statistischen Auswertung mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse zusammen betrachtet werden.

⁶¹⁵ Für eine ausführliche Darstellung der rechentechnischen Grundlagen zur Herleitung der Regressionsgleichung und zum Kriterium der kleinsten Quadrate vgl. Bortz (2005, S.185ff.). Für die Berechnung der Regressionsgleichungen wird in der vorliegenden Studie die Statistik-Software SPSS Statistics Version 21 verwendet.

⁶¹⁶ Vgl. Abschnitt 5.2.3.2.3.

⁶¹⁷ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.72ff.).

F-Statistik ermitteln.⁶¹⁸ Neben der Signifikanz des Gesamtmodells lässt sich auch die Beziehung jeder einzelnen unabhängigen Variablen zur abhängigen Variablen auf ihre Bedeutsamkeit hin überprüfen. Hierzu werden die jeweiligen Regressionskoeffizienten herangezogen. Die Regressionskoeffizienten sagen aus, um welchen Betrag sich die abhängige Variable ändert, wenn sich die unabhängige Variable um den Wert eins ändert. Mit Hilfe des t-Tests⁶¹⁹ lässt sich überprüfen, ob sich die einzelnen Regressionskoeffizienten signifikant von null unterscheiden.⁶²⁰

Nominal skalierte unabhängige Variablen

Eine Voraussetzung für die Anwendung der klassischen linearen Regressionsanalysen ist, dass sowohl die unabhängige als auch die abhängige Variable ein metrisches Skalenniveau besitzen und die Beziehung zwischen den Variablen linear ist.⁶²¹ Sind unabhängige Variablen nominal skaliert, so können sie durch Umwandlung in eine binäre Variable, als sogenannte »Dummy-Variablen«, in die Regressionsanalyse mit aufgenommen werden.⁶²² Dieses Vorgehen bietet sich an, wenn bspw. innerhalb der multiplen Regressionsanalyse zusätzlich auch der Unterschied zwischen verschiedenen Gruppen untersucht werden soll. Es kann aber auch dazu genutzt werden, den unterschiedlichen Einfluss einer einzelnen nominal skalierten Variable auf eine abhängige Variable zu untersuchen.⁶²³ Der Regressionskoeffizient einer Dummy-Variablen lässt sich, hinsichtlich Richtung und Signifikanz, genau wie bei einer metrischen Variablen der linearen oder multiplen Regression interpretieren. Dabei ist allerdings ein wesentlicher Unterschied zu beachten. Da die Dummy-Variablen per Definition nur die Werte eins und null annehmen kann, stellt der Koeffizient immer den Unterschied zu einer Referenzkategorie dar. Die Referenzkategorie ist dabei die Gruppe oder Kategorie, für welche die Dummy-Variablen den Wert null einnimmt.

Moderatoreffekt

Besteht aufgrund sachlogischer Überlegungen die begründete Vermutung, dass eine unabhängige Variable nicht ausschließlich einen linearen Einfluss auf die abhängige Variable hat, sondern auch den Zusammenhang zwischen einer anderen unabhängigen

⁶¹⁸ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.76ff.).

⁶¹⁹ Vgl. Bortz und Döring (2006, S.494ff.).

⁶²⁰ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.81ff.). Der F-Test des Regressionsmodells kann bei einer einzelnen unabhängigen Variablen auch als Signifikanztest für die einzelne unabhängige Variable betrachtet werden. Der t-Test hingegen betrachtet immer nur eine einzelne Beziehung.

⁶²¹ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.59). Ist die Beziehung zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen nicht linear, so besteht die Möglichkeit, diese mittels Transformation in eine lineare Beziehung umzuwandeln. Vgl. hierzu ebenfalls Backhaus et al. (2011, S.86ff.). Für die Anwendung der Regressionsanalyse bei nicht linearen Zusammenhängen vgl. Backhaus et al. (2011, S.509ff.).

⁶²² Für eine Anleitung zur Codierung von kategoriale Variablen, insbesondere wenn mehr als zwei unterschiedliche Kategorien vorhanden sind, vgl. z.B. Urban und Mayerl (2011, S.283f.).

⁶²³ Dies wäre beispielsweise bei der Hypothese H2-a der Fall. Üblicherweise werden Hypothesen mit nominal skalierten unabhängigen Variablen mit Hilfe der Varianzanalyse überprüft. Vgl. Urban und Mayerl (2011, S.291ff.).

und der abhängigen Variable beeinflusst, muss dies entsprechend in der Regressionsgleichung berücksichtigt werden.⁶²⁴ Es handelt sich in diesem Fall um einen sogenannten »Moderatoreffekt« (vgl. Abbildung 26).

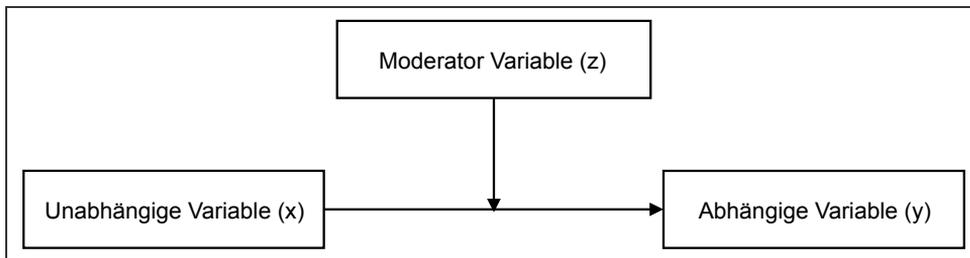


Abbildung 26: Moderatoreffekt einer unabhängigen Variable.⁶²⁵

Um die Interaktion der Moderatorvariable in der Regressionsgleichung abzubilden, wird der Regressionsgleichung für jede unabhängige Variable x_n ein Interaktionsterm $x_n \cdot z$ hinzugefügt.⁶²⁶ Für eine Regressionsgleichung mit vier unabhängigen Variablen x_1 - x_4 und einer unabhängigen Moderatorvariable z_1 bedeutet dies die folgende Anpassung der Gleichung:

$$Y = \alpha + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_4 \quad (1.1)$$

$$Y = \alpha + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_5 \cdot x_1 \cdot z_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_6 \cdot x_2 \cdot z_1 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_7 \cdot x_3 \cdot z_1 + \beta_4 \cdot x_4 + \beta_8 \cdot x_4 \cdot z_1 + \beta_9 \cdot z_1 \quad (1.2)$$

Um den Einfluss der Moderatorvariablen zu untersuchen, werden sowohl die Moderatorvariable als auch der entsprechende Interaktionsterm zur Regressionsgleichung hinzugefügt. Ist der Interaktionsterm statistisch signifikant und erhöht sich durch seine Aufnahme in das Regressionsmodell dessen Bestimmtheitsmaß, so leistet der Moderatoreffekt einen signifikanten Erklärungsbeitrag zur vermuteten Zusammenhangshypothese.⁶²⁷

Anforderungen an Regressionsmodelle

Um mit der Regressionsanalyse aussagekräftige Ergebnisse über den Erklärungsbeitrag des Gesamtmodells zu erhalten sowie den Einfluss der jeweiligen unabhängigen Vari-

⁶²⁴ In der vorliegenden Studie können z.B. die unterschiedlichen Eigenschaften der VC-Gesellschaften (Investmenterfahrung, Typ, Einsatz von Methoden zur Technologieförderung) als Moderatoreffekt für die Wahrnehmung der sektorspezifischen Risiken bzw. der Anpassung der Investitionsentscheidung vermutet werden.

⁶²⁵ In Anlehnung an Urban und Mayerl (2011, S.295).

⁶²⁶ Für eine ausführliche Einführung und Betrachtung von Moderatoreffekten in Regressionsgleichungen bieten sich an: Aiken und West (1991) oder Urban und Mayerl (2011, S.294ff.).

⁶²⁷ Urban und Mayerl (2011, S.298ff.) empfehlen bei metrisch skalierten Moderatorvariablen, diese bspw. mit Hilfe der Median-Split-Methode in Dummy-Variablen zu transformieren, um Probleme bei der Interpretation der Koeffizienten zu vermeiden.

ablen auf die abhängige Variable zu bestimmen, muss das Regressionsmodell eine Reihe von Voraussetzungen erfüllen.⁶²⁸

- Normalverteilung der Variablen: Damit die Signifikanztests (F-Test und t-Test) auch bei geringen Beobachtungszahlen ($n < 40$) gültig sind, müssen sowohl die unabhängigen als auch die abhängigen Variablen normalverteilt sein. Für die Überprüfung dieser Annahme existiert bis jetzt kein statistischer Test.⁶²⁹ Aus der Normalverteilung der Residuen der Regressionsanalyse kann allerdings geschlossen werden, dass auch die abhängige und unabhängige Variable normalverteilt sind. Die Verteilung der Residuen lässt sich am einfachsten mit Hilfe der Residualanalyse, der visuellen Betrachtung der Residuen, überprüfen.⁶³⁰
- Homoskedastizität: Die Streuung der Residuen muss konstant sein und darf bspw. nicht von der Reihenfolge der Beobachtungen abhängen. Andernfalls wird der Standardfehler der Schätzung verfälscht. Zur Überprüfung bietet sich bspw. der Goldfeld-Quandt-Test oder der Breusch-Pagan-Test an. In den meisten Fällen reicht allerdings die visuelle Residualanalyse aus, um Heteroskedastizität zu erkennen.⁶³¹
- Keine Autokorrelation: Die Residuen müssen unkorreliert sein, d.h. die Abweichungen von der Regressionsgleichung müssen zufällig sein. Ist dies nicht der Fall, so lassen sich die Regressionskoeffizienten nicht genau bestimmen. Neben der visuellen Residualanalyse bietet sich für die Überprüfung auf Autokorrelation auch der Durbin-Watson-Test an.⁶³²
- Keine Multikollinearität: Um die Regressionsanalyse rechnerisch durchführen zu können, dürfen die unabhängigen Variablen nicht hoch korreliert sein, d.h. es darf keine Multikollinearität vorliegen. Liegt Multikollinearität bei den unabhängigen Variablen vor, lässt sich der individuelle Einfluss der Variable auf die abhängige Variable nicht mehr rechnerisch bestimmen. Die Überprüfung auf Multikollinearität erfolgt mit Hilfe des Variance Inflation Factor (VIF).⁶³³
- Erwartungswert der Residuen gleich Null: Der Erwartungswert der Residuen, also der Differenz zwischen beobachtetem und laut Regressionsgleichung erwartetem Wert, sollte gleich Null sein. Eine Verletzung dieser Annahme deutet auf einen systematischen Messfehler der abhängigen Variablen hin.

5.3.1.2 Binär-logistische Regressionsanalyse

Liegt die abhängige Variable bei einer Zusammenhangshypothese nicht in metrisch sondern kategorial skaliert Form vor, so kann die Regression als »logistische Regres-

⁶²⁸ Vgl. hierzu und zu den nachfolgenden Punkten: Backhaus et al. (2011, S.85ff.) sowie Kuß (2012, S.247ff.).

⁶²⁹ Vgl. Bortz (2005, S.450).

⁶³⁰ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.96).

⁶³¹ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.90), Neubauer et al. (2002, S.456ff.).

⁶³² Vgl. Neubauer et al. (2002, S.455f.).

⁶³³ Vgl. Neubauer et al. (2002, S.453f.) bzw. die Ausführungen in Abschnitt 5.2.3.2.1.

sion« durchgeführt werden.⁶³⁴ Bei den Hypothesen 1-a und 1-b ist die abhängige Variable, »Anpassung des Investitionsverhaltens« eine binäre Variable, die mit den beiden Kategorien »ja« und »nein« operationalisiert wird.⁶³⁵ Um den Einfluss der unabhängigen Variablen, der sektorspezifischen Risiken und des finanziellen Renditepotentials, auf die binäre abhängige Variable untersuchen zu können, muss eine binär-logistische Regressionsanalyse durchgeführt werden.⁶³⁶ Im Gegensatz zur linearen Regression wird bei der logistischen Regression nicht versucht, die abhängige Variable zu bestimmen, sondern es wird die relative Eintrittswahrscheinlichkeit der abhängigen Variablen anhand der unabhängigen Variablen geschätzt.⁶³⁷ Die Regressionskurve einer binär-logistischen Regression ist beispielhaft in Abbildung 27 dargestellt.

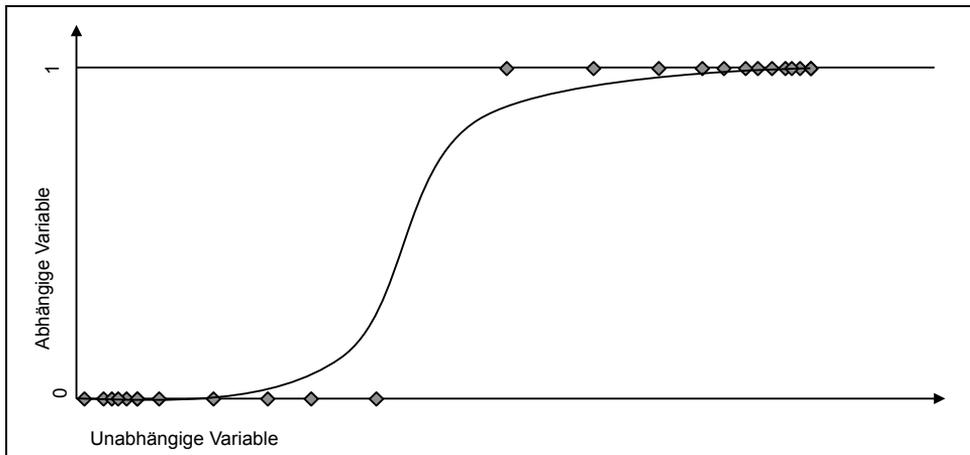


Abbildung 27: Beispiel einer binär-logistischen Regressionskurve.⁶³⁸

Da die logistische Regression nicht einen linearen Zusammenhang zwischen unabhängiger und abhängiger Variable unterstellt, können die Regressionskoeffizienten der Regressionsgleichung inhaltlich nicht wie bei der linearen Regression interpretiert werden. Aus dem Vorzeichen der Regressionskoeffizienten lässt sich die Tendenz ableiten, ob die Eintrittswahrscheinlichkeit mit Zunahme der unabhängigen Variable steigt (positives Vorzeichen) oder sinkt (negatives Vorzeichen). Ob sich ein Regressionskoeffizient auch tatsächlich statistisch signifikant von Null unterscheidet, lässt sich mit Hilfe des sogenannten »Wald«-Tests überprüfen.⁶³⁹ Um welche Größe sich die

⁶³⁴ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.250ff.). Lässt sich die abhängige Variable in mehr als zwei Kategorien aufteilen, spricht man von einer »multinomialen logistischen Regression«.

⁶³⁵ Vgl. Abschnitt 5.4.

⁶³⁶ Eine alternative Möglichkeit stellt die lineare Diskriminanzanalyse dar, bei der Unterschiede zwischen zwei Gruppen analysiert werden. Die Gruppen werden anhand der binären oder kategorialen abhängigen Variable gebildet. Für den hier vorliegenden Fall könnten entsprechend die erhobenen Beobachtungsfälle in eine Gruppe, die eine Anpassung des Investitionsverhaltens durchführt und eine Gruppe die keine Anpassungen durchführt, unterteilt werden.

⁶³⁷ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.254f.).

⁶³⁸ Eigene Darstellung.

⁶³⁹ Vgl. Kuss (2012, S.264f.), Backhaus et al. (2011, S.280).

Eintrittswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der unabhängigen Variable ändert, lässt sich allerdings nicht direkt anhand der Regressionskoeffizienten ablesen, da die Regressionsfunktion nicht linear ist und somit je nach Wert der unabhängigen Variablen zu unterschiedlichen Veränderungen der Eintrittswahrscheinlichkeit führt.⁶⁴⁰ Um eine Aussage über die Einflussgröße der unabhängigen Variablen auf die Eintrittswahrscheinlichkeit der abhängigen Variablen machen zu können, wird der sogenannte »Effekt-Koeffizient« betrachtet. Der Effekt-Koeffizient wird auch als »odds ratio« bezeichnet und lässt sich durch entlogarithmieren der Regressionskoeffizienten errechnen.⁶⁴¹ Bei der Datenanalyse mit SPSS werden die Effekt-Koeffizienten als »Exp(B)« bezeichnet und als Teil der Regressionsanalyse berechnet. Der Effekt-Koeffizient beschreibt den Faktor, um den sich die Eintrittswahrscheinlichkeit der abhängigen Variable verändert, wenn sich die unabhängige Variable um eine Einheit verändert.⁶⁴² Um die Güte eines binär-logistischen Regressionsmodells beurteilen zu können, müssen verschiedene Tests durchgeführt werden:

- Devianz: Die Devianz lässt sich auf Basis der Likelihood-Funktion der Erhebungsdaten bestimmen.⁶⁴³ Sie beträgt das -2fache der logarithmischen Likelihood (-2LL) und beschreibt die Abweichung der Beobachtungswerte von der durch die logistische Regression geschätzten kategorialen Zuordnung.⁶⁴⁴ Ein Wert von Null entspricht einem perfekten Modell-Fit. Mit Hilfe der Devianz wird die Nullhypothese überprüft, dass das von der logistischen Regressionsfunktion beschriebene Modell ein perfektes Abbild der Beobachtungswerte darstellt. Die Devianz sollte mit Aufnahme der unabhängigen Variablen in das Regressionsmodell sinken, wenn die unabhängigen Variablen zu einer besseren Zuordnung bzw. Trennung der abhängigen Variablen beitragen. Voraussetzung für eine verlässliche Messung der Modellgüte mittels der Devianz ist, dass die abhängigen Variablen möglichst gleichmäßig über die verfügbaren Kategorien verteilt sind. Bei schiefen Verteilungen liefert die Devianz hingegen tendenziell zu optimistische Werte.⁶⁴⁵

⁶⁴⁰ Bei kleinen und großen Werten der unabhängigen Variablen ist die Steigung der Regressionskurve gering, sodass in diesen Bereichen hier nur eine geringe Änderung der abhängigen Variablen erfolgt. Im Gegensatz dazu verändert sich die Eintrittswahrscheinlichkeit in den mittleren Bereichen der Regressionskurve deutlich stärker.

⁶⁴¹ Für eine Erläuterung der Rechenschritte vgl. Backhaus et al. (2011, S.264ff.), oder Sabine Fromm (2005, S.6ff.).

⁶⁴² Beträgt der Effekt-Koeffizient Exp(B) im vorliegenden Fall bspw. für eine unabhängige Variable (Technologierisiko) 1,650, so erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass die Investitionsentscheidung einer VC-Gesellschaft angepasst wird, um das 1,65 fache bzw. um 65 Prozent, wenn das Technologierisiko von den Studienteilnehmern um eine Einheit höher bewertet wird. Entsprechend indizieren Werte von EXP(B) kleiner als 1 eine Abnahme der Wahrscheinlichkeit, dass die Investitionsentscheidung angepasst wird.

⁶⁴³ Die Likelihood spiegelt die Wahrscheinlichkeit wider, unter den gegebenen Parameterschätzungen die empirisch erhobenen Beobachtungswerte zu erhalten, bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass die geschätzte logistische Regression die Beobachtungswerte abbildet. Ein perfektes Regressionsmodell würde den Likelihood-Wert von 1 aufweisen, was einer Devianz von Null entspricht. Für eine ausführliche Erläuterung der Likelihood vgl. z.B. Held (2008, S.15ff.).

⁶⁴⁴ Für eine detaillierte Beschreibung der rechentechnischen Grundlagen vgl. Backhaus et al. (2011, S.267ff.).

⁶⁴⁵ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.268f.).

- Likelihood-Ratio-Test: Der Likelihood-Ratio-Test (LR-Test) ist mit dem F-Test der multiplen linearen Regression vergleichbar. Er umgeht das Problem schiefer Verteilungen der Devianz, indem er die Likelihood nicht im Vergleich zum Wert Null, sondern im Vergleich zu einem sogenannten Null-Modell, in dem die Regressionskoeffizienten null betragen, betrachtet.⁶⁴⁶ Der LR-Test überprüft somit für das gesamte Modell daraufhin, ob die Regressionskoeffizienten sich von Null unterscheiden (H_0 = Regressionskoeffizienten sind gleich Null).
- R-Quadrat Statistiken: In Anlehnung an das Bestimmtheitsmaß R^2 der linearen Regression können für die logistische Regression unterschiedliche sogenannte »pseudo- R^2 «-Statistiken bestimmt werden, die das Verhältnis zwischen Likelihood des vollständigen Modells und Likelihood des Null-Modells beschreiben. Die R^2 -Statistiken liefern somit eine Indikation, welchen Anteil das logistische Regressionsmodell zu der Abbildung der Beobachtungswerte tatsächlich beiträgt. Die beiden in SPSS für binäre logistische Regressionen ausgewiesenen R^2 -Maße sind das »Cox und Schnell- R^2 « und das »Nagelkerke- R^2 «. Die beiden Maße unterscheiden sich dahingehend, dass das Nagelkerke- R^2 eine Normierung des Cox und Schnell- R^2 vornimmt und somit alle Werte zwischen Null und eins einnehmen kann.⁶⁴⁷ Ein Wert größer als 0,5 kann dabei noch als eine sehr gute Erklärung der Beobachtungswerte interpretiert werden.⁶⁴⁸
- Klassifikationsergebnisse: Neben der Analyse der Regressionsgleichung auf Grundlage des Likelihood-Wertes lässt sich die Güte des Regressionsmodells auch durch eine Analyse der vorhergesagten Klassifizierung beschreiben. Hierfür wird die Anzahl der durch die Regressionsanalyse richtig klassifizierten Fälle (Trefferquote) der Trefferquote einer zufälligen Verteilung gegenübergestellt.⁶⁴⁹ Weist das Regressionsmodell eine höhere Trefferquote als die proportionale oder sogar die maximale Zufallswahrscheinlichkeit auf, so ist dies ein Hinweis auf die Güte des Regressionsmodells.
- Hosmer-Lemeshow-Test: Der Hosmer-Lemeshow-Test unterteilt die Beobachtungsfälle aufgrund ihrer geschätzten Wahrscheinlichkeiten in 10 ungefähr gleich große Gruppen und versucht zu widerlegen, dass zwischen beobachteten und erwarteten Werten in den 10 Gruppen keine Differenz besteht bzw. die Differenz gleich Null ist. Gelingt die Widerlegung der Null-Hypothese nicht, ist das Ergebnis des

⁶⁴⁶ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.268f.).

⁶⁴⁷ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.269ff.).

⁶⁴⁸ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.270f.).

⁶⁴⁹ Für den Vergleich werden zwei unterschiedliche Zufallswahrscheinlichkeiten als Vergleichswert herangezogen: (1) Die maximale Zufallswahrscheinlichkeit, sie entspricht dem Anteil der größten Gruppe an der gesamten Stichprobe und würde bei einer undifferenzierten Zuordnung aller Werte zu der größten Kategorie erreicht. Sind die Gruppen unterschiedlich groß, z.B. 7 vs. 3, so beträgt die maximale Zufallswahrscheinlichkeit 70 Prozent. (2) Die proportionale Zufallswahrscheinlichkeit mindert bei zwei unterschiedlichen Gruppen die maximale Zufallswahrscheinlichkeit etwas ab, sie berechnet sich nach der Formel $a^2 + (1-a)^2$, wobei a für den Anteil der Beobachtungen in einer der beiden Kategorien ($y=1$ oder $y=0$) an der Gesamtzahl der Beobachtungen steht. Für das eben genannte Beispiel beträgt die proportionale Wahrscheinlichkeit mit $a = 0,7 \Rightarrow 0,49 + 0,09 = 0,58$, also 58 Prozent. Vgl. Backhaus et al. (2011, S.271ff.).

Hosmer-Lemeshow-Tests also *nicht* signifikant, so ist dies als eine Bestätigung des logistischen Regressionsmodells zu verstehen.⁶⁵⁰

Die Interpretation der Regressionskoeffizienten sowie die Güte-Maße des logistischen Regressionsmodells werden nachfolgend noch einmal zusammengefasst.

| Kriterium | Beschreibung/ Test | Beurteilung |
|---|---|--|
| Interpretation der Regressionskoeffizienten: | | |
| Vorzeichen der Regressionskoeffizienten | Richtung des Einflusses auf die Wahrscheinlichkeitsverteilung | Übereinstimmung mit der vermuteten Wirkungsrichtung der unabhängigen Variablen. |
| Signifikanz der Regressionskoeffizienten | Wald-Test | Die einzelnen Koeffizienten sollten signifikant (von null unterschiedlich) sein, mindestens $< 0,10$. |
| Einfluss der unabhängigen Variable auf die Zuordnung zur Gruppe ($y = 1$) | Effekt-Koeffizient EXP(B) | Werte > 1 bedeuten eine Zunahme, Werte < 1 eine Abnahme der Wahrscheinlichkeit, dass mit der Zunahme der unabhängigen Variable um (plus) eine Einheit, die Zuordnung zur Gruppe ($y = 1$) erfolgt. |
| Güte des Regressionsmodells: | | |
| Abweichung der Beobachtungswerte von der durch die logistische Regression geschätzten kategoriale Zuordnung | Devianz -2(LL) | Der Wert von Null entspricht einem perfekten Modell-Fit. Generell gilt: Je geringer die Devianz desto besser. |
| Test des Gesamtmodells auf Signifikanz | Likelihood-Ratio-Test | Das Ergebnis sollte signifikant sein, mindestens $< 0,10$. |
| Erklärungsanteil des Regressionsmodells an der Abbildung der Beobachtungswerte | Cox u. Schnell-R ² , Nagelkerke-R ² | Werte von null entsprechen keinem Erklärungsanteil, Werte von 1 (bei NKR ²) einem perfekten Erklärungsanteil. Werte $> 0,5$ (bei NKR ²) werden noch als sehr gut angesehen. |
| Klassifikationsergebnis | Vergleich mit der maximalen und proportionalen Wahrscheinlichkeit | Das Klassifikationsergebnis des Regressionsmodells sollte besser sein als die beiden Zufallswahrscheinlichkeiten. |

Tabelle 10: Interpretation der Regressionskoeffizienten und Gütemaße der logistischen Regression.⁶⁵¹

5.3.2 Testen der Unterschiedshypothesen

Für die Überprüfung der Unterschiedshypothesen, Hypothesen bei denen die unabhängige Variable ein nominales Skalenniveau aufweist, stehen ebenfalls verschiedene statistische Methoden zur Verfügung. Dabei wird jeweils die Hypothese überprüft, dass bestimmte Unterschiede zwischen den durch die unabhängige Variable kategorisierten Gruppen bestehen. Weist die abhängige Variable ein metrisches Skalenniveau auf, so

⁶⁵⁰ Vgl. Backhaus et al. (2011, S.274f.).

⁶⁵¹ Eigene Darstellung.

kann mit dem sogenannten t-Test oder der Varianzanalyse (ANOVA) überprüft werden, ob die Unterschiede der Mittelwerte der einzelnen Gruppen signifikant sind. Ist die abhängige Variable hingegen ebenfalls nur nominal skaliert, kann mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests überprüft werden, ob sich die Häufigkeit, mit der die Kategorien der abhängigen Variable auftreten, für die einzelnen Gruppen der unabhängigen Variable unterscheidet.

5.3.2.1 Signifikanztest für Mittelwertdifferenzen (t-Test)

Mit Hilfe des sogenannten t-Tests lässt sich überprüfen, ob bei unabhängigen Stichproben, die empirisch gemessenen Unterschiede der Mittelwerte zweier Gruppen, beispielsweise die Risikowahrnehmung von erfahrenen und unerfahrenen VC-Gesellschaften, nur zufällig zustande gekommen sind, die Mittelwerte also in Wahrheit gleich sind, oder ob diese tatsächlich unterschiedlich sind. Falls die zu überprüfende Unterschiedshypothese eine Vermutung über die Richtung des Unterschieds der Mittelwerte beinhaltet ($\mu_1 > \mu_2$ oder $\mu_1 < \mu_2$), wird diese als »gerichtete« Hypothese bezeichnet.⁶⁵² Gerichtete Hypothesen werden mit Hilfe eines sogenannten »einseitigen« t-Tests daraufhin überprüft, ob der beobachtete Unterschied der Mittelwerte sich tatsächlich von null unterscheidet und der vermuteten Richtung entspricht (Hypothesen 3-a und 3-d). Liegt keine Vermutung über die Richtung des Unterschieds der Mittelwerte vor, spricht man von »ungerichteten« Hypothesen ($\mu_1 \neq \mu_2$). Diese werden mit Hilfe des »zweiseitigen« t-Tests überprüft.⁶⁵³

Die Anwendung des t-Tests ist nicht voraussetzungsfrei. Die folgenden Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um mit Hilfe des t-Tests inhaltlich valide Ergebnisse zu erhalten: (1) Bei den zu vergleichenden Stichproben muss es sich um unabhängige Zufallsstichproben handeln, (2) das zu vergleichende Merkmal (die abhängige Variable) ist intervallskaliert, (3) die Varianzen der zu vergleichenden Populationen sind homogen und (4) das untersuchte Merkmal muss in den zu vergleichenden Populationen normal (homogen) verteilt sein.⁶⁵⁴ Der t-Test ist gegenüber Verletzungen der Voraussetzungen bei großen Fallzahlen und gleichgroßen Stichproben relativ robust.⁶⁵⁵ Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, kann alternativ ein verteilungsfreies Verfahren, wie bspw. der Mann-Whitney-Test (U-Test), genutzt werden, um die zentrale Tendenz (bei mindestens intervallskalierten Variablen entspricht diese dem Mittelwert) auf Unterschiede hin zu überprüfen.⁶⁵⁶

⁶⁵² Vgl. Bortz und Schuster (2010, S.98f.).

⁶⁵³ Vgl. Bortz und Döring (2006, S.496ff.).

⁶⁵⁴ Vgl. Bortz und Schuster (2010, S.122).

⁶⁵⁵ Vgl. Bortz (2005, S.141).

⁶⁵⁶ Vgl. Bortz (2005, S.150ff.).

5.3.2.2 Varianzanalyse (ANOVA)⁶⁵⁷

Sollen mehr als zwei Gruppen einer oder mehrerer unabhängiger Variablen daraufhin untersucht werden, ob sich die empirisch gemessenen Unterschiede signifikant unterscheiden, kann dies mit Hilfe einer sogenannten Varianzanalyse durchgeführt werden. Die Varianzanalyse ermöglicht, die gemessenen Unterschiede von mehreren Gruppen und mehreren unabhängigen Variablen (Faktoren) in einem einzigen Testdurchgang zu überprüfen, während bspw. beim t-Test jeweils nur zwei Gruppen einer unabhängigen Variablen miteinander verglichen werden können.⁶⁵⁸ Ein Nachteil der Varianzanalyse besteht allerdings darin, dass sie, im Gegensatz zum t-Test, keine sofortige Überprüfung von gerichteten Unterschiedshypothesen erlaubt. Die Varianzanalyse überprüft nur, ob die gemessenen Unterschiede zwischen mindestens zwei Gruppen tatsächlich signifikant sind. Soll die vermutete Richtung der Unterschiede überprüft werden bzw. soll überprüft werden zwischen welchen der Gruppen ein Unterschied besteht, müssen in einem zweiten Schritt gezielt Einzelvergleiche, sogenannte Kontraste, durchgeführt werden.⁶⁵⁹ Voraussetzung für die Anwendung der Varianzanalyse ist, dass die Gruppen bzw. die Stichprobenvariablen normal verteilt sind und dass die Varianzen der jeweiligen Stichprobenvariablen homogen sind. Die Homogenität der Varianzen lässt sich mit Hilfe des sogenannten Levene-Tests überprüfen.⁶⁶⁰ Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, kann alternativ der Kruskal-Wallis-Test genutzt werden, um, analog zum Mann-Whitney-Test, Unterschiede der zentralen Tendenz der Stichproben zu überprüfen.⁶⁶¹

5.3.2.3 Chi-Quadrat-Test

Liegen sowohl die unabhängige als auch die abhängige Variable in einem nominalen Skalenniveau vor (Hypothesen 3-b, 3-c und 3-e), kann mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests zumindest überprüft werden, ob die beobachtete Häufigkeitsverteilung der abhängigen Variable signifikant von der erwarteten Häufigkeitsverteilung abweicht.⁶⁶² Voraussetzung für die Anwendung des Chi-Quadrat-Tests ist, dass die erwartete Häufigkeit für jede Kategorie bei einem Alternativmerkmal (d.h. einer abhängigen Variable) mindestens die Anzahl 10 aufweist.⁶⁶³ Bei zwei oder mehreren Alternativmerkmalen sollte die erwartete Häufigkeit für jede Kategorie mindestens die Anzahl 5 betragen.⁶⁶⁴

⁶⁵⁷ Im Englischen wird die Varianzanalyse als »Analysis of Variance« bezeichnet und mit ANOVA abgekürzt. Der Begriff ANOVA findet sich auch häufig in der deutschsprachigen Literatur.

⁶⁵⁸ Der t-Test kann als Spezialfall der Varianzanalyse mit einer unabhängigen Variable, die zwei Kategorien aufweist, angesehen werden.

⁶⁵⁹ Vgl. Bortz und Schuster (2010, S.221ff.).

⁶⁶⁰ Vgl. Bortz (2005, S.286).

⁶⁶¹ Vgl. Bortz (2005, S.287).

⁶⁶² Vgl. Bortz (2005, S.154ff.).

⁶⁶³ Vgl. Bortz (2005, S.159).

⁶⁶⁴ Vgl. Bortz (2005, S.177).

5.3.3 Zuordnung der Testmethoden zu den Hypothesen

Welche Methode bei welcher Hypothese angewendet werden muss, hängt wesentlich von der Anzahl der beteiligten Variablen und dem Skalenniveau ab, mit welchem die Variablen erhoben werden können (vgl. Tabelle 11).

| | | Unabhängige Variable | | | |
|--------------------|----------|--------------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|
| | | metrisch | | nominal | |
| | | einzel | mehrere | einzel | mehrere |
| Abhängige Variable | metrisch | einfache Regression | multiple Regression | t-Test/ Regression (Dummy) | ANOVA/ Regression (Dummy) |
| | nominal | (binär) logistische Regression | multinomi- nale logisti- sche Regres- sion | Chi-Quadrat-Test | |

Tabelle 11: Übersicht der Testmethoden.

Tabelle 12 zeigt übersichtshalber die Zuordnung der Methoden zu den jeweiligen Hypothesen der vorliegenden Studie.

| Nr. | Hypothese (Kurzfassung) | Art der Hypothese | Unabhängige Variable | Abhängige Variable | Regressionsanalyse | Varianzanalyse |
|--------|---|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| H 1-a: | Je höher sektorspezifische Risiken eingeschätzt werden, desto eher wird das Investitionsverhalten eingeschränkt. | Z-H | Metrisch | binär | Logistische Regression | -- |
| H 1-b: | Je niedriger das sektorspezifische Renditepotential eingeschätzt wird, desto eher wird das Investitionsverhalten eingeschränkt. | Z-H | Metrisch | binär | | -- |
| H 2-a: | Je früher die Position im TLZ, desto höher das Technologierisiko. | Z-H | Kategorial | metrisch | Lineare Regression (Dummy) | -- |
| H 2-b: | Je größer die Marktgröße, desto geringer das Marktrisiko. | Z-H | Metrisch | metrisch | Multiple Regression | -- |
| H 2-c: | Je größer das Marktwachstum, desto geringer das Marktrisiko. | Z-H | Metrisch | metrisch | | -- |
| H 2-d: | Je häufiger die Förderung verändert wird, desto höher das regulatorische Risiko. | Z-H | metrisch | metrisch | Multiple Regression | -- |
| H 2-e: | Je geringer die unerwartete Veränderung der Förderhöhe, desto geringer das regulatorische Risiko. | Z-H | metrisch | metrisch | | -- |
| H 2-f: | Je größer der Absatzmarkt, desto höher das finanzielle Renditepotential. | Z-H | metrisch | metrisch | Multiple Regression | -- |

| Nr. | Hypothese (Kurzfassung) | Art der Hypothese | Unabhängige Variable | Abhängige Variable | Regressionsanalyse | Varianzanalyse |
|--------|--|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| H 2-g: | Je höher die Profitabilität, desto höher das finanzielle Renditepotential. | Z-H | metrisch | metrisch | | |
| H 3-a: | Erfahrene VC-Investoren schätzen die Risiken von Investitionen höher ein als unerfahrene Investoren. | U-H | kategorial | metrisch | n.a. | t-Test (einseitig) |
| H 3-b: | Erfahrene VC-Investoren schränken sich in ihrem Investmentverhalten nicht stärker ein als unerfahrene Investoren. | U-H | kategorial | binär | n.a. | Chi-Quadrat |
| H 3-c: | Unabhängige VC-Investoren schränken sich in ihrem Investitionsverhalten stärker ein als öffentliche oder CVC-Gesellschaften. | U-H | kategorial | binär | n.a. | Chi-Quadrat |
| H 3-d: | VC-Investoren die TFA-Methoden einsetzen, schätzen Risiken höher ein als Investoren, die diese nicht nutzen. | U-H | kategorial | metrisch | n.a. | t-Test (einseitig) |
| H 3-e: | VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden nutzen, schränken ihr Investitionsverhalten weniger ein als VC-Gesellschaften, die diese nicht nutzen. | U-H | kategorial | binär | n.a. | Chi-Quadrat |
| H 4-a: | Investmenterfahrung führt zu einer besseren Einschätzung/Umgang mit den Risiken und einer geringeren Einschränkung des Investitionsverhaltens. | Z-H | metrisch | metrisch/ binär | Lineare/ logistische Regression | -- |
| H 4-b: | Investmenterfahrung vereinfacht den Zugang zu externen Sektor-Experten. | Z-H | metrisch | metrisch | Lineare Regression | -- |
| H 4-c: | Investmenterfahrung erleichtert den Zugang zu Kapital. | Z-H | metrisch | metrisch | Lineare Regression | -- |

Tabelle 12: Zuordnung der statistischen Methoden zu den Hypothesen.⁶⁶⁵

⁶⁶⁵ Hinweis: Z-H = Zusammenhangshypothese, U-H = Unterschiedshypothese

5.4 Operationalisierung der Variablen

Um die Hypothesen im nächsten Schritt überprüfen zu können, müssen zuerst die in den Hypothesen enthaltenen empirischen Sachverhalte operationalisiert, d.h. messbar gemacht werden. Die meisten der benötigten Daten können vergleichsweise einfach durch eine direkte Abfrage bei den VC-Gesellschaften oder anhand öffentlich verfügbarer Daten erhoben werden. Deutlich schwieriger gestaltet sich die Operationalisierung der latenten Variablen. In Abschnitt 5.2 wurden bereits ausführlich die hierfür zur Verfügung stehenden Messverfahren diskutiert. Nachfolgend werden zuerst die unabhängigen Variablen, danach die abhängigen Variablen und zum Schluss die Kontroll- bzw. Dummy-Variablen operationalisiert.

5.4.1 Operationalisierung der latenten unabhängigen Variablen

Die Operationalisierung der vier latenten unabhängigen Variablen, der sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis, erfolgt auf Grundlage der inhaltlichen und messtechnischen Vorüberlegungen in den Abschnitten 3.1.3.2 und 5.2 dieser Arbeit. Die latenten Variablen sollen indirekt mit Hilfe von Indikatoren formativ spezifiziert und zwecks mathematischer Identifizierung der Messmodelle zusätzlich auch durch eine Globalabfrage direkt gemessen werden.⁶⁶⁶ Bei formativ spezifizierten Konstrukten müssen alle inhaltlichen Aspekte des Konstrukts ausgewogen durch die Indikatoren abgedeckt werden.⁶⁶⁷ Da sich in der wissenschaftliche Literatur keine formativ spezifizierten Messmodelle für diese Konstrukte im Kontext junger Technologieunternehmen finden, werden die Indikatoren auf Grundlage der bestehenden Literatur speziell für diese Studie zusammengestellt.⁶⁶⁸ Um den Aufwand für die empirische Datenerhebung in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wird dabei die Anzahl der formativen Indikatoren für jedes Konstrukt auf vier begrenzt.⁶⁶⁹

5.4.1.1 Technologierisiko

Als Technologierisiko wurde in Abschnitt 3.1.4 das Risiko definiert, dass eine neue Technologie möglicherweise nicht die an sie gestellten Erwartungen hinsichtlich ihrer technischen Leistungsmerkmale erfüllt, oder sich im Wettbewerb mit anderen technologischen Konzepten nicht erfolgreich am Markt durchsetzen kann.⁶⁷⁰ In der wissenschaftlichen Literatur findet sich keine passende Vorlage für eine formative Spezifizierung des Technologierisikos. Die Indikatoren müssen daher für die Operationalisierung

⁶⁶⁶ Zu der Problematik, eine latente Variable global abzufragen, vgl. die Ausführungen in Abschnitt 5.2.3.

⁶⁶⁷ Vgl. Weiber und Mühlhaus (2010, S.206).

⁶⁶⁸ Grundlage für die Auswahl der formativen Indikatoren ist die in den Abschnitten 3.1.3 und 3.1.4 betrachtete Literatur, insbesondere die Studien von Kasemir et al. (2000, S.891ff.), Wüstenhagen und Teppo (2006, S.63ff.) sowie Baaken (1989, S.174–249).

⁶⁶⁹ Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 5.2.3.

⁶⁷⁰ Vgl. Abschnitt 3.1.4 der vorliegenden Arbeit.

neu zusammengestellt werden. Einen Ansatz, der als Ausgangspunkt für die Operationalisierung genutzt werden kann, liefert Baaken mit seinem Modell zur Bewertung von technologieorientierten Unternehmensgründungen.⁶⁷¹ Er entwickelt einen qualitativen Analyserahmen, um das Chancen-Risiko-Profil von Technologien und Märkten im Kontext von technologieorientierten Unternehmensgründungen zu bewerten. Aus seinem Analyserahmen können drei formative Indikatoren für die Operationalisierung des Technologierisikos abgeleitet werden:⁶⁷² (1) Das Innovationspotential, (2) die Innovationsdynamik sowie (3) die Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung innerhalb eines Technologiesegments.⁶⁷³ Als vierter formativer Indikator für die Messung des Technologierisikos wird zusätzlich (4) die Entwicklungsdauer neuer Produkte in die Konstruktmessung aufgenommen. Dieser Indikator greift den von Kasemir et al. explorativ gewonnenen Aspekt »long time scale of innovation«⁶⁷⁴ als Hemmnis für VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor auf und ordnet ihn einer sektorspezifischen Risikokomponente zu. Nachfolgend werden die vier formativen Indikatoren inhaltlich erläutert und ihr Einfluss auf das Technologierisiko begründet.

Innovationspotential

Das Innovationspotential eines Technologiesegments beschreibt, in welchem Umfang sich für Unternehmen hier die Möglichkeit bietet, neue Erfindungen zu machen und diese erfolgreich zu kommerzialisieren.⁶⁷⁵ In der wissenschaftlichen Literatur besteht inzwischen weitestgehend Einigkeit darüber, dass solche Innovationen nur im Zusammenspiel von Technologieentwicklung (Technology-Push) und Marktnachfrage (Demand-Pull) entstehen.⁶⁷⁶ »Both the underlying, evolving knowledge base of science and

⁶⁷¹ Vgl. Baaken (1989, S.174ff.).

⁶⁷² Baakens Untersuchungsansatz betrachtet das Chancen-Risiko-Profil einer Technologie nicht allein für sich, sondern im Kontext eines Unternehmens und seiner Ressourcen. Hierfür schlägt er insgesamt vier Aspekte bzw. Konstrukte vor, die durch insgesamt zehn unterschiedliche Indikatoren formativ qualitativ bestimmt werden. Von den vier Konstrukten werden zwei, die »Potentialrelevanz« einer Technologie und »technologieimmanente Faktoren« der Technologiestrategie, als Vorlage für die Operationalisierung des Technologierisikos und als Grundlage für die Auswahl der Indikatoren in der vorliegenden Studie übernommen. Die anderen beiden von Baaken verwendeten Konstrukte, die »Bedarfsrelevanz« einer Technologie sowie »unternehmensinterne Faktoren« zur Bestimmung der Sicherheit der Technologiestrategie des Unternehmens werden nicht berücksichtigt, da erstere zu den kommerziellen Risiken der Unternehmensentwicklung gezählt werden können, die in die Operationalisierung des Marktrisikos in 5.4.1.2 mit einfließen und letztere nicht sektorspezifisch, sondern unternehmensspezifisch sind. Vgl. Baaken (1989, S.197–204).

⁶⁷³ Baaken verwendet in seinem Modell die Indikatoren »Entwicklungspotential« und »Entwicklungsdynamik«, um das Potential einer konkreten Technologie eines Unternehmens zu beurteilen. Vgl. Baaken (1989, S.197ff.) In der vorliegenden Studie hingegen wird das Technologierisiko verschiedener Technologiesegmente beurteilt. Die beiden Indikatoren werden daher durch die weiter gefassten Begriffe Innovationspotential und Innovationsdynamik ersetzt.

⁶⁷⁴ Kasemir et al. (2000, S.895).

⁶⁷⁵ In der Innovationsforschung wird inhaltlich zwischen der reinen Erfindung bzw. Invention als Resultat erfolgreicher F&E-Aktivitäten und der Innovation, der erfolgreichen Kommerzialisierung der Invention, einschliesslich Anfahen der Produktion und Markteinführung unterschieden. Vgl. Specht et al. (2002, S.13f.).

⁶⁷⁶ Vgl. Mowery und Rosenberg (1979, S.102ff.), Chidamber und Kon (1994, S.94ff.), Specht et al. (2002, S.32) sowie Di Stefano et al. (2012, S.1283ff.).

*technology, as well as the structure of market demand, play central roles in innovation in an interactive fashion, and neglect of either is bound to lead to faulty conclusions and policies».*⁶⁷⁷

Das Innovationspotential eines Technologiesegments hängt somit sowohl von Fortschritten in der Technologieentwicklung als auch von der Nachfrage nach den neuen oder verbesserten Produkten und Prozessen ab. Während sich Unterschiede in der Marktnachfrage nach Innovationen in den einzelnen Technologiesegmenten vergleichsweise leicht anhand der intrinsischen Marktnachfrage sowie speziellen Fördermaßnahmen und Marktanreizprogrammen bewerten lassen, sind Unterschiede in der Technologieentwicklung schwieriger zu erfassen. Eine Möglichkeit, die Günstigkeit der Technologieentwicklung für Innovationen in unterschiedlichen Technologiesegmenten zu bewerten, beschreibt Adam Jaffe.⁶⁷⁸ Er identifiziert in seinen empirischen Untersuchungen zur Innovationsaktivität zwei externe Einflussgrößen, (1) Technologie-Opportunität (»technology opportunity«) und Wissensspillover (»R&D spillovers«), welche die zu beobachtenden Unterschiede in der Innovationsaktivität von Unternehmen in unterschiedlichen Technologiesegmenten erklären können.⁶⁷⁹ Als weitere externe Einflussgrößen auf das Innovationspotential wurden in verschiedenen Studien der Zugang zu externen Forschungseinrichtungen, wie beispielsweise die Kooperationen mit Universitäten und die staatliche Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten identifiziert.⁶⁸⁰

Das Innovationspotential eines Technologiesegments sollte sich negativ auf das Technologierisiko junger Technologieunternehmen in diesem Technologiesegment auswirken. Das heißt, je größer das Innovationspotential ist, je günstiger also das Umfeld für Innovationen, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Technologieentwicklungen hier erfolgreich durchgeführt werden können und desto geringer ist dementsprechend das Technologierisiko.

Innovationsdynamik

Innovationsdynamik beschreibt den Umfang und die Geschwindigkeit mit der neue Innovationen stattfinden und somit das Innovationspotential in einem Technologiesegment ausgeschöpft wird. Dabei können externe Einflussgrößen die Innovationsdynamik in den Technologiesegmenten unterschiedlich beeinflussen. Utterback und Abernathy zeigen beispielsweise, dass sich die Innovationsdynamik in einem Techno-

⁶⁷⁷ Mowery und Rosenberg (1979, S.105).

⁶⁷⁸ Vgl. Jaffe (1986, S.984ff.), (1989, S.87ff.).

⁶⁷⁹ Mit Technologie-Opportunität bezeichnet Jaffe ganz allgemein die Kosten bzw. Schwierigkeiten von Innovationen. Diese können sich aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Technologien oder dem bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnisstand zu den jeweiligen Technologien bzw. Technologiesegmenten voneinander unterscheiden. Die zweite Einflussgröße, Wissensspillover, verringert für Unternehmen den erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsaufwand für Innovationen, da sie von den bereits bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen in einem Technologiesegment profitieren können. Vgl. Jaffe (1986, S.984ff.; 1989, S.87ff.).

⁶⁸⁰ Vgl. Keizer et al. (2002, S.1ff.), Mansfield und Lee (1996, S.1047ff.), Beise und Stahl (1999, S.397ff.).

logiesegment über den Lebenszyklus einer Technologie hinweg verändert.⁶⁸¹ Während Produktinnovationen zu Beginn des Lebenszyklus häufig anzutreffen sind und hauptsächlich auf eine Verbesserung der Alleinstellungsmerkmale und Leistungsparameter von Technologien abzielen, nehmen diese im Verlauf des Lebenszyklus kontinuierlich ab und verlagern sich hin zu inkrementellen Produktinnovationen zwecks Effizienzsteigerung und Realisierung von Skalenerträgen. Prozessinnovationen hingegen nehmen erst im Laufe des Lebenszyklus zu, sobald sich eine Technologie am Markt etabliert hat und es verstärkt zum Preiswettbewerb zwischen den Anbietern kommt. Zum Ende des Lebenszyklus flacht die Dynamik für Prozessinnovationen dann wieder ab, da die Umsetzung aufgrund der hohen Komplexität der Produktionsprozesse in diesem Stadium nur noch mit einem hohen Aufwand möglich ist.⁶⁸²

Innovationsdynamik wirkt sich positiv auf das Technologierisiko aus. Je höher die Innovationsdynamik innerhalb eines Technologiesegments ist, desto höher ist auch der Wettbewerb um technologische Innovationen. Die Verfallszeit einer Technologie ist dadurch entsprechend gering. Das Risiko, dass sich die Erwartungen an ein zu entwickelndes, innovatives Produkt nicht erfüllen bzw. es von konkurrierenden Konzepten aus technologischer Sicht überholt wird, ist entsprechend hoch.

Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung

Die Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung beschreibt, wie zuverlässig sich die zukünftige Technologieentwicklung in einem Technologiesegment vorhersehen lässt. Baaken schätzt die Vorhersehbarkeit als hoch ein, wenn sich Technologien kontinuierlich weiterentwickeln und technische Annahmen zuverlässig gemacht werden können.⁶⁸³

Die Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung wirkt sich negativ auf das Technologierisiko aus. Ist die Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung hoch, so ist das Risiko, dass sich die Erwartungen an eine zu entwickelnde Technologie nicht erfüllen, aufgrund der guten Planbarkeit der Technologieentwicklung entsprechend gering.

Entwicklungsdauer neuer Produkte

Eine lange Entwicklungsdauer neuer Produkte wird von Kasemir et al. in ihrer explorativen Untersuchung als Investitionshemmnis im Erneuerbare-Energien-Sektor aus Sicht der VC-Gesellschaften identifiziert. Zweifellos beeinflusst eine lange Entwicklungs-

⁶⁸¹ Vgl. Utterback und Abernathy (1975, S.639ff.).

⁶⁸² Vgl. Utterback und Abernathy (1975, S.641–647).

⁶⁸³ Vgl. Baaken (1989, S.200f.). Baaken ordnet in seinem Analyserahmen dem Konstrukt »Stabilität der Vorhersagbarkeit« drei Indikatoren zu: »Kontinuität der Entwicklung«, »Stabilität der Vorhersehbarkeit« und »Zuverlässigkeit der technischen Annahmen«. Mit Blick auf die Begrenzung auf vier Indikatoren pro Konstrukt wird dieser Aspekt des Technologierisikos in einem einzelnen Indikator, der »Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung«, zusammengefasst.

dauer das Renditepotential einer Investition negativ.⁶⁸⁴ Die Entwicklungsdauer neuer Produkte kann aber auch mit einem positiven Einfluss dem Technologierisiko zugeordnet werden. Mit zunehmender Entwicklungsdauer steigt das Risiko, dass sich das technologische und kommerzielle Umfeld in der Zwischenzeit ändert und das Produkt entweder vom technologischen Wettbewerb überholt wird oder nicht mehr den sich verändernden Anforderungen der Abnehmer entspricht. Eine lange Entwicklungsdauer trägt daher insbesondere dann zum Technologierisiko bei, wenn das entsprechenden Technologiesegment eine hohe Innovationsdynamik aufweist. Die vier formativen Indikatoren werden jeweils mittels einer fünf-stufigen Ratingskala erhoben. Tabelle 13 fasst die Operationalisierung des Technologierisikos zusammen.

| Konstrukt | Indikatoren | Skala | Erwartete Einflussrichtung auf das Konstrukt | Quelle |
|-------------------|---|------------------------|--|--------------------------------|
| Technologierisiko | Innovationspotential | 5-stufige Rating-Skala | negativ | i.A.a. Baaken (1989, S.180ff.) |
| | Innovationsdynamik | 5-stufige Rating-Skala | positiv | i.A.a. Baaken (1989, S.180ff.) |
| | Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung | 5-stufige Rating-Skala | negativ | Baaken (1989, S.199ff.) |
| | Entwicklungsdauer neuer Produkte | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Kasemir et al. (2000, S.895) |

Tabelle 13: Operationalisierung: Technologierisiko.

5.4.1.2 Marktrisiko

Als Marktrisiko wurde in Abschnitt 3.1.4 das kommerzielle Risiko definiert, welches sich aufgrund von Markt- und Wettbewerbsgegebenheiten bei der Technologieentwicklung bzw. der Technologiekommerzialisierung ergibt. Die inhaltliche Analyse in Abschnitt 3.1.3 zeigt, dass das Marktrisiko ein Konstrukt mit zahlreichen unterschiedlichen Facetten ist.⁶⁸⁵ In der Literatur finden sich verschiedene Möglichkeiten, die unterschiedlichen Komponenten des Marktrisikos für ein bestimmtes Industrie- bzw. Technologiesegment zusammenzufassen. Porter identifiziert fünf unterschiedliche Einflussgrößen (»Forces«), mit deren Hilfe die Intensität des Wettbewerbs innerhalb einer Industrie und somit ihre Attraktivität systematisch beurteilt werden können.⁶⁸⁶ Baaken definiert sechs Kriterien anhand derer die Marktattraktivität für ein Technolo-

⁶⁸⁴ Vgl. hierzu die Gegenüberstellung der Einflussgrößen auf Risiken und Renditepotentiale in Abschnitt 3.1.3.2, Tabelle 4.

⁶⁸⁵ Vgl. die Zusammenfassung in Tabelle 4 in Abschnitt 3.1.3.2 dieser Arbeit.

⁶⁸⁶ Dies sind (1) die Rivalität unter den bestehenden Marktteilnehmern, (2) die Bedrohung durch neue Anbieter, (3) die Verhandlungsmacht der Lieferanten, (4) die Verhandlungsmacht der Konsumenten und (5) die Bedrohung durch Ersatzprodukte und Dienstleistungen. Vgl. Porter (2008, S.36).

gieunternehmen beurteilt werden kann.⁶⁸⁷ Aus diesen beiden Ansätzen lassen sich vier Indikatoren ableiten, die aus Sicht der VC-Gesellschaften zum Marktrisiko in einem Technologiesegment beitragen: Dies sind (1) das Absatzmarktrisiko, (2) das Beschaffungsmarktrisiko, (3) das Markteintrittsrisko und (4) das Wettbewerbsrisiko. Diese vier Indikatoren stellen allerdings jeder für sich wiederum ein Konstrukt dar. Da der Umfang der Datenerhebung in der vorliegenden Studie auf vier Indikatoren pro Konstrukt begrenzt wird, werden die Indikatoren hier direkt und nicht mittels eigener Indikatoren erhoben.⁶⁸⁸ Wichtig für die Beurteilung des Marktrisikos ist die Perspektive aus der die Betrachtung erfolgt. In der vorliegenden Studie ist dies die Perspektive der VC-Gesellschaften, die in junge innovative Technologieunternehmen investieren möchten.

Absatzmarktrisiko

Das Absatzmarktrisiko beschreibt das Risiko, dass junge Technologiefirmen für ihre Produkt keinen ausreichend attraktiven Absatzmarkt vorfinden, wenn die Nachfrage nach dem Produkt gering ist, starken Schwankungen unterliegt oder sich keine ausreichend hohen Preise erzielen lassen. Porter führt das Absatzmarktrisiko auf die Verhandlungsstärke der Abnehmer zurück, die unter bestimmten Umständen in der Lage sind, die Qualität und den Preis der Produkte zu bestimmen.⁶⁸⁹ Das Absatzmarktrisiko wird in der vorliegenden Studie aber weiter gefasst und auch eine mangelnde oder langsame Akzeptanz neuer Technologien durch die Abnehmer mit einschließen. Verschiedene Studien zeigen, dass externe Einflussgrößen die Marktakzeptanz einer neuen Technologie beeinflussen.⁶⁹⁰

Beschaffungsmarktrisiko

Das Beschaffungsmarktrisiko beschreibt das Risiko, dass für die Produktion erforderliche Materialien und Komponenten in einem Technologiesegment aufgrund limitierter

⁶⁸⁷ Dies sind (1) das Marktwachstum, (2) das Absatzrisiko, (3) die Marktgröße, (4) die Beschaffungsmarktattraktivität, (5) der Markteintrittswiderstand und (6) die Wettbewerbssituation. Vgl. Baaken (1989, S.237).

⁶⁸⁸ Messtechnisch ergibt sich hier die gleiche Problematik, wie bereits in den Anschnitten 5.2.3 und 5.4.1 im Zusammenhang mit der direkten Globalabfrage der sektorspezifischen Einflussfaktoren zur Identifizierung der formativen Messmodelle besprochen. Da es sich bei den Interviewpartnern in dieser Studie um Investmentexperten handelt, die sich täglich mit der Bewertung von Risiken und Renditepotentialen befassen, wird diese Vorgehensweise als vertretbar bewertet, vorausgesetzt die jeweiligen Konstrukte werden in der Befragung konkret genug beschrieben. Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 5.2.3. Alternativ wäre es theoretisch möglich, ein zwei Ebenen-Konstrukt-Modell anzuwenden. Aufgrund des damit verbundenen Erhebungsaufwandes wird diese Option hier nicht weiter verfolgt.

⁶⁸⁹ Porter identifiziert in diesem Zusammenhang unter anderem eine hohe Marktkonzentration auf wenige Abnehmer, weitestgehend standardisierte Produkte und niedrige Gewinne auf Seiten der Abnehmer als Einflussgrößen, die zu einer hohen Verhandlungsmacht der Abnehmer und somit zu wenig attraktiven Marktchancen für die Produzenten führen. Vgl. Porter (2008, S.59ff.).

⁶⁹⁰ Vgl. z.B. Frambach und Schillewaert (2002, S.163ff.) für eine Zusammenfassung des Adoptionsprozesses von Innovationen bei Organisationen und Rogers (2003) sowie Kuester und Heß (2007, S.77ff.) oder Robertson (1967, S.14–19) für eine Darstellung des Adoptionsprozesses und Adoptionsbarrieren bei Individuen.

Verfügbarkeit bzw. eines begrenzten Anbieterwettbewerbs nur eingeschränkt oder zu unwirtschaftlichen Konditionen zur Verfügung stehen.⁶⁹¹

Markteintrittsrisiko

Das Markteintrittsrisiko beschreibt das Risiko, dass neue Marktteilnehmer aufgrund von bestehenden Eintrittsbarrieren, wie bspw. fehlenden Skaleneffekten in der Produktion oder einer geringen Markenbekanntheit, verglichen mit den etablierten Wettbewerbern, ihre Produkte nicht erfolgreich im Markt einführen können.⁶⁹²

Wettbewerbsrisiko

Das Wettbewerbsrisiko beschreibt das Risiko, dass neue Marktteilnehmer mit ihren Produkten aufgrund einer hohen Rivalität der etablierten Wettbewerber, nur schwer eine attraktive Marktnische finden.⁶⁹³ Eine hohe Wettbewerbsintensität in einem homogenen Marktumfeld kann mangels Differenzierungsmöglichkeiten der Produkte zu einem starken Preiswettbewerb führen. Neuen Marktteilnehmern, die nicht über ausreichende finanzielle Mittel verfügen, fällt es in diesem Umfeld entsprechend schwer, sich erfolgreich am Markt zu etablieren. Die vier formativen Indikatoren werden jeweils mittels einer fünf-stufigen Rating-Skala erhoben. Tabelle 14 fasst die Operationalisierung des Marktrisikos zusammen.

| Konstrukt | Indikatoren | Skala | Erwartete Einflussrichtung auf das Konstrukt | Quelle |
|-------------|------------------------------|---------------------------|--|----------------------------|
| Marktrisiko | Absatzmarkt- risiko | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Porter (2008, S.59ff.) |
| | Beschaffungs- marktrisiko | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Porter (2008, S.62ff.) |
| | Markteintritts- risiko | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Porter (2008, S.39ff.) |
| | Wettbewerbs- risiko | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Porter (2008, S.51 ff.) |

Tabelle 14: Operationalisierung: Marktrisiko.

5.4.1.3 Regulatorisches Risiko

Das regulatorische Risiko beschreibt das Risiko aus Sicht der VC-Gesellschaften, dass sich das regulatorische Umfeld im Erneuerbare-Energien-Sektor unerwartet verändert

⁶⁹¹ Vgl. Porter (2008, S.62ff.).

⁶⁹² Vgl. Porter (2008, S.39ff.).

⁶⁹³ Vgl. Porter (2008, S.51ff.).

und die Attraktivität von Investitionen verringert.⁶⁹⁴ Dies können beispielsweise rechtliche Vorgaben und Einschränkungen zum Einsatz bestimmter Technologien oder auch deren gesetzlich geregelte finanzielle Förderung sein.⁶⁹⁵ Da es für die formative Operationalisierung des Konstrukts keine Vorlage gibt, werden nachfolgend vier unterschiedliche Indikatoren definiert, die zum regulatorischen Risiko beitragen.

Fehlende Kontinuität der Förderung

Erneuerbare-Energie-Technologien sind derzeit noch auf eine finanzielle Förderung angewiesen, da konventionelle Energietechnologien im direkten Vergleich der Gesteuerungskosten teils deutlich besser abschneiden, deren negative externe Kosten durch die Emission klimaschädlicher Abgase hierbei aber nicht berücksichtigt werden.⁶⁹⁶ Die Profitabilität von Investitionen in Erneuerbare-Energien-Sektor hängt entscheidend von der Dauer und Höhe der Förderung ab. Diese ist in Deutschland bspw. durch das EEG festgelegt.⁶⁹⁷ Ein Risiko entsteht für Investoren in diesem Bereich nicht nur, wenn eine Fördermaßnahme unerwartet eingestellt wird, sondern auch, wenn sich die Förderdauer oder die Förderhöhe einer Maßnahme unerwartet verändert.⁶⁹⁸ Dementsprechend wird in der vorliegenden Studie die »fehlende Kontinuität der Förderung« als ein Indikator für das regulatorische Risiko in die Operationalisierung aufgenommen. Es ist zu erwarten, dass das regulatorische Risiko aus Sicht der VC-Investoren umso höher eingeschätzt wird, je geringer die Kontinuität der Förderung eingeschätzt wird.

Komplexität der Förderprogramme

Es existieren eine Reihe von Förderprogrammen für Unternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Diese reichen von direkten Finanzierungsbeihilfen für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Investitionszuschüssen und Beteiligungskapital zur Unternehmensfinanzierung bis hin zu indirekten Maßnahmen zur Absatzförderung durch Marktanzreizprogramme und garantierte Einspeisevergütungen für Energieerzeuger, die Erneuerbare-Energie-Technologien einsetzen. Die Sponsoren der Programme finden sich auf lokaler, regionaler, nationaler oder internationaler Ebene. Die Vielzahl und Komplexität der Förderprogramme für Erneuerbare-Energie-Technologien kann aus Sicht der VC-Investoren zum regulatorischen Risiko beitragen, wenn deren administrativen Anforderungen zu einem hohen Bearbeitungs- und Verwaltungsaufwand bei den Unternehmen führen.⁶⁹⁹

⁶⁹⁴ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006, S.83).

⁶⁹⁵ Vgl. Bürer (2008, S.16 und S.22).

⁶⁹⁶ Für eine Gegenüberstellung der externen Kosten von konventionellen und erneuerbarer Energietechnologien vgl. z.B. Langniß et al. (2006, S.2).

⁶⁹⁷ Vgl. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Kurztitel: Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) – (2012) sowie für eine Betrachtung der rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland Staab (2011, S.99ff.).

⁶⁹⁸ Vgl. Bürer (2008, S.12).

⁶⁹⁹ Für eine allgemeine Betrachtung komplexer Systeme und dem daraus hervorgehenden Risiko, vgl. Ernst (2008, S.45ff.). Kasemir et al (2000, S.897) identifizieren allgemein die Komplexität von technologiespe-

Ungewissheit des Marktzugangs

Der Energiemarkt war aufgrund seiner strategischer Bedeutung für die Versorgungssicherheit in Deutschland und Europa lange Zeit stark reguliert und wurde in den meisten Bereichen von vertikal integrierten regionalen oder nationalen Monopolisten dominiert. Mit der Neufassung des Gesetzes über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz, EnWG) im Jahr 1998 und nachfolgenden Novellierungen wurde in Deutschland die EG-Richtlinie zur Schaffung eines Energiebinnenmarktes in der Europäischen Gemeinschaft umgesetzt, die neuen Anbietern einen einfacheren Marktzugang und somit einen stärkeren Wettbewerb in den europäischen Energiemärkten ermöglichen sollte.⁷⁰⁰ Diese, u.a. in der Studie von Kasemir et al.⁷⁰¹ geforderte, Liberalisierung sowie die Einführung des EEGs im Jahr 2000 haben dazu geführt, dass sich der Zugang zum Energiemarkt für neue Anbieter allgemein und Anbieter von Energie aus erneuerbaren Energiequellen deutlich verbessert hat. Falls der Marktzugang trotz der weitgehenden Marktliberalisierung heute noch zum regulatorischen Risiko beiträgt, wird dies durch diesen Indikator abgebildet.

Staatliche Vorgaben zu Technologien

Der Einsatz von Energietechnologien unterliegt einer Reihe von regulatorischen Vorgaben, angefangen mit dem Schallschutz- bzw. Abstandsvorgaben bei der Installation von Windkraftanlagen, baurechtlichen Vorschriften und Genehmigungen bei der Installation von PV-Anlagen, Immissionsschutzbestimmungen für Biomassekraftwerke und Umweltgutachten für Wasserkraftanlagen.⁷⁰² Für Technologieunternehmen, die neue Produkte entwickeln, können diese Vorgaben zum regulatorischen Risiko beitragen, wenn neue oder geänderte Anforderungen die Kommerzialisierung der Technologien unerwartet erschweren.⁷⁰³ Diese vier formativen Indikatoren werden ebenfalls mittels

zifische Regularien als Risiko in Form von Eintrittsbarrieren für junge Unternehmen, da hierdurch hohe Kosten für professionelle Berater entstehen können.

⁷⁰⁰ Vgl. EnWG (1998) sowie die nachfolgenden Novellen in den Jahren 2003, 2005, 2008 und 2011, vgl. EnWG (2003), (2005), (2008), (2011).

⁷⁰¹ Vgl. Kasemir (2000, S.896).

⁷⁰² Für die Anforderungen zur Errichtung von Windkraftanlagen in NRW vgl. Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen, WKA-Erl. (2005) sowie beispielhaft die Bauordnung in NRW, BauO NRW (2000). Photovoltaikanlagen und Kleinwindanlagen sind in NRW seit 2012 nicht mehr genehmigungspflichtig, sie unterliegen aber weiterhin dem bundesrechtlich geregelten Planungsrecht des Baugesetzbuches, vgl. BauGB (2011, §33 und §34). Die energetische Nutzung von Biomasse ist durch die Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse, Biomasseverordnung (BiomasseV) sowie das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BimSchG) in Deutschland auf Bundesebene geregelt. Für Wasserkraftanlagen sieht das EEG ein Umweltgutachten vor, vgl. hierzu EEG (2008, §23) und ganz allgemein müssen Anlagen mit einer Leistung über 100 Kilowatt entsprechend dem EEG technische Vorgaben erfüllen, die den Netzbetreibern ein ferngesteuertes Management der Einspeisung ermöglichen, vgl. EEG (2008, §6).

⁷⁰³ Für eine Übersicht der Auswirkungen von Regulierung auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen vgl. Rothwell (1992, S.447ff.) sowie Porter und van der Linde (1995, S.113f). Rothwell argumentiert, dass Regulierung in bestimmten Fällen, wie bspw. bei unklaren oder unpräzisen Vorschriften, sich schnell ändernden Vorschriften oder einer unzureichenden Koordination zwischen den zuständigen Gesetzgebern, das unternehmerische Risiko für die betroffene Unternehmen erhöhen kann. Vgl. Rothwell (1992, S.453).

einer fünf-stufigen Rating-Skala erhoben werden. Tabelle 15 fasst die Operationalisierung des regulatorischen Risikos zusammen.

| Konstrukt | Indikatoren | Skala | Erwartete Einflussrichtung auf das Konstrukt | Quelle |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------|--|-------------------------------------|
| Regulatorisches Risiko | Fehlende Kontinuität der Förderung | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Bürer (2008, S.12) |
| | Komplexität der Förderprogramme | 5-stufige Rating-Skala | positiv | i.A.a. Kasemir et al. (2000, S.897) |
| | Ungewissheit des Marktzugang | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Kasemir et al. (2000, S.896) |
| | Staatliche Vorgaben zu Technologien | 5-stufige Rating-Skala | positiv | i.A.a. Rothwell (1992, S.453) |

Tabelle 15: Operationalisierung: Regulatorische Risiko.

5.4.1.4 *Finanzielles Renditepotential*

Die finanzielle Rendite einer Investition ergibt sich für den Investor aus dem Wertzuwachs, den eine Beteiligung von dem Zeitpunkt der Investition bis zum Zeitpunkt der Monetisierung realisiert, im Verhältnis zu dem ursprünglich investierten Kapital.⁷⁰⁴ Das Potential für die finanzielle Rendite in einem Technologiesegment wird durch verschiedene sektorspezifische Einflussgrößen auf direkte und indirekte Weise beeinflusst. Dies sind (1) der Umfang der externen finanziellen Förderung, (2) die Kapitalintensität der Technologieentwicklung, (3) die Entwicklungsdauer neuer Produkte und (4) die Skalierbarkeit der Produktion. Mit Hilfe dieser vier Einflussgrößen wird das finanzielle Renditepotential eines Technologiesegments für die vorliegende Studie formativ spezifiziert. Nachfolgend werden die vier Indikatoren inhaltlich kurz definiert und ihr Einfluss auf das Renditepotential dargestellt.

Umfang der finanziellen Förderung

Der Umfang der finanziellen Förderung umfasst alle Maßnahmen zur finanziellen Unterstützung junger Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Dieser Indikator ist für das finanzielle Renditepotential von großer Bedeutung, da Erneuerbare-Energie-Technologien ohne eine zusätzliche finanzielle Förderung i.d.R. finanziell noch nicht wettbewerbsfähig sind.⁷⁰⁵ Die finanzielle Förderung kann direkt in

⁷⁰⁴ In dieser vereinfachenden Betrachtung werden die operativen Kosten der VC-Gesellschaften nicht berücksichtigt.

⁷⁰⁵ Für eine Analyse des Einflusses öffentlicher finanzieller Förderung auf die Innovationsaktivität im Erneuerbare-Energien-Sektor vgl. Norberg-Bohm (2000, S.130ff.), Nemet (2009, S.700ff.), (2012, S.601ff.), Foxon et al. (2005, S.2123ff.) und Knight (2010).

Form von Investitionszuschüssen zu Forschungs- und Entwicklungskosten, aber auch indirekt über eine Förderung der Absatzmärkte erfolgen.⁷⁰⁶ Direkte Investitionszuschüsse reduzieren den erforderlichen Kapitalbedarf für die Beteiligungsunternehmen, sodass sich ceteris paribus die Rendite auf das investierte Eigenkapital der Investoren erhöht. Die finanzielle Förderung der Absatzmärkte, bspw. durch eine garantierte Einspeisevergütung für erneuerbare Energien, erhöht das operative Renditepotential und somit den Unternehmenswert der Beteiligungsunternehmen. Dies wirkt sich positiv auf das Renditepotential der Investoren aus, da es den erzielbaren Gewinn bei der Monetisierung der Beteiligung erhöht.

Kapitalintensität der Technologieentwicklung

Die Kapitalintensität der Technologieentwicklung beschreibt das Verhältnis zwischen dem für die Technologieentwicklung erforderlichen Investitionsaufwand und dem erforderlichen Arbeitsaufwand. Je höher die Kapitalintensität der Technologieentwicklung ist, bspw. aufgrund von erforderlichen Investitionen in Prototypenentwicklung, Betriebsmittel oder Fertigungsanlagen, desto geringer ist das Renditepotential für Investoren, bezogen auf das eingesetzte Kapital.⁷⁰⁷ Andersherum ausgedrückt: Je weniger Kapital für Investitionen erforderlich ist, um eine Technologie mit einem bestimmten Marktwert zu entwickeln, desto höher ist das Renditepotential für die Investoren, bezogen auf das eingesetzte Kapital. Kasemir et al. identifizieren in ihrer Untersuchung die hohe Kapitalintensität im Erneuerbare-Energien-Sektor als ein Investitionshemmnis aus Sicht der VC-Gesellschaften.⁷⁰⁸

Entwicklungsdauer neue Produkte

Die lange Entwicklungsdauer neuer Produkte wurde ebenfalls bereits von Kasemir et al. als ein Investitionshemmnis für VC-Investoren im Erneuerbare-Energien-Sektor

⁷⁰⁶ Die beiden Förderungsarten sind bereits im vorigen Abschnitt 5.4.1.3 im Zusammenhang mit dem regulatorischen Risiko kurz beschrieben worden. Als Beispiel für die direkte Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten kann in Deutschland bspw. das ZIM, das »Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand« angeführt werden, das allgemein die marktorientierte Technologieentwicklung von kleinen und mittelständischen Unternehmen durch direkte Zuschüsse zu den F&E-Aufwendungen fördert, sowie verschiedene öffentliche Programme für Gründerzuschüsse und Gründerstipendien, vgl. z.B. (BMWi 2012). Zu der direkten Förderung zählt darüber hinaus die Unterstützung bei der Unternehmensfinanzierung durch Förderbanken des Bundes (KfW), der Bundesländer bzw. regionaler Förderbanken mittels Bereitstellung von vergünstigten Darlehen oder Beteiligungskapital. Unter die indirekte Förderung der Absatzmärkte fallen Marktanzreizprogramme wie z.B. Investitionszuschüsse für Endkunden zum Kauf von Technologien wie z.B. Wärmepumpen oder Holzpelletkessel sowie insbesondere eine garantierte Einspeisevergütung für erzeugte erneuerbare Energien. Vgl. BMU (2012), EEG (2012).

⁷⁰⁷ Dies gilt unter der Annahme, dass der erzielbare Unternehmenswert bzw. Wert der Technologie konstant ist. Robinson und McDougall (2001, S.680) zeigen außerdem, dass sich die Kapitalintensität negativ auf die weitere Aktienkursentwicklung nach einem Börsengang (IPO) auswirkt und sich somit die Rendite der Aktionäre verringert.

⁷⁰⁸ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.895). Neben dem negativen Einfluss auf das finanzielle Renditepotential kann hier allerdings auch die begrenzte Kapitalverfügbarkeit der VC-Gesellschaften bei gleichzeitigem Bemühen, das verfügbare Kapital möglichst breit zu diversifizieren, eine Erklärung für die Wahrnehmung als Investitionshemmnis sein. Vgl. hierzu auch Knight (2010).

identifiziert.⁷⁰⁹ Die erfolgreiche Produktentwicklung durch die Technologieunternehmen, von der Idee bis zur Marktreife, ist für VC-Gesellschaften i.d.R. die Voraussetzung dafür, ihre Beteiligungen mit einem Wertzuwachs wieder zu veräußern. Je länger die Entwicklung neuer Produkte dauert, desto länger ist auch die Haltedauer der Investitionen und somit ceteris paribus die mögliche finanzielle Rendite für die VC-Gesellschaften.⁷¹⁰

Skalierbarkeit der Produktion

Die Skalierbarkeit der Produktion hängt, ähnlich wie die Kapitalintensität der Technologieentwicklung, von den technologiespezifischen Gegebenheiten des Technologiesegments ab.⁷¹¹ Die Skalierbarkeit beschreibt, inwieweit sich die Herstellung eines neu entwickelten Produktes ohne Ausweitung der Fixkosten steigern lässt. Während die Produktion von Software- und Elektronikprodukten relativ gut skalierbar ist, ist die Ausweitung der Fertigung von Maschinen, wie bspw. Wind- oder Wasserkraftanlagen, die einen hohen manuellen Fertigungsanteil aufweisen, mit hohen Investitionen in Produktionsanlagen und Fachpersonal verbunden. Je höher die Skalierbarkeit der Produktion in einem Technologiesegment ist, desto höher ist, aufgrund des geringeren Investitionsbedarfs für die Kommerzialisierung des Produkts und der höheren möglichen Wachstumsgeschwindigkeit, das Renditepotential für die VC-Gesellschaften.⁷¹² Tabelle 16 fasst die formative Operationalisierung des finanziellen Renditepotentials zusammen.

| Konstrukt | Indikatoren | Skala | Erwartete Einflussrichtung auf das Konstrukt | Quelle |
|-------------------------------|--|------------------------|--|---------------------------------|
| Finanzielles Renditepotential | Umfang finanzielle Förderung | 5-stufige Rating-Skala | positiv | i.A.a. Nemet (2009, S.700ff.) |
| | Kapitalintensität Technologieentwicklung | 5-stufige Rating-Skala | negativ | Kasemir et al. (2000, S.895) |
| | Entwicklungsdauer neue Produkte | 5-stufige Rating-Skala | negativ | Kasemir et al. (2000, S.895) |
| | Skalierbarkeit der Produktion | 5-stufige Rating-Skala | positiv | Hargadon und Kenney (2012, S.7) |

Tabelle 16: Operationalisierung: Finanzielle Renditepotential.

⁷⁰⁹ Vgl. Kasemir et al. (2000, S.895).

⁷¹⁰ Hinzu kommt, dass mit zunehmender Entwicklungsdauer auch die Entwicklungskosten ansteigen und somit die Profitabilität der Entwicklung tendenziell abnimmt.

⁷¹¹ Vgl. hierzu Tabelle 4 in Abschnitt 3.1.3.4 der vorliegenden Arbeit.

⁷¹² Vgl. Hargadon und Kenney (2012, S.7).

5.4.2 Operationalisierung der manifesten unabhängigen Variablen

Die in den Hypothesen verwendeten manifesten unabhängigen Variablen können direkt gemessen werden. Nachfolgend werden diese Variablen kurz definiert und die Grundlagen für ihre Messung festgelegt.

Position im Technologielebenszyklus

Die Position einer Technologie im Technologielebenszyklus (TLZ) bestimmt sich aus dem kumulierten Entwicklungsaufwand, der für eine Technologie betrieben wurde und der Ausschöpfung ihres technologischen Potentials. Die Einordnung in den TLZ lässt sich anhand verschiedener Indikatoren allerdings nur näherungsweise vornehmen, da dieser einen idealtypischen Entwicklungsverlauf darstellt, den die Technologien nicht notwendigerweise durchlaufen.⁷¹³ In der Praxis werden Technologien entsprechend der Literatur meistens in die drei Kategorien: Schrittmacher-, Schlüssel- und Basistechnologien eingeordnet.⁷¹⁴ Um Unterschiede zwischen den Entwicklungsständen der Technologien besser abbilden zu können werden für den Zweck dieser Studie zusätzlich zwei Zwischenkategorien eingeführt, die die Übergänge von Schrittmacher- zu Schlüsseltechnologie und von Schlüssel- zu Basistechnologie abbilden. Die Zuordnung zu den Kategorien entspricht somit einer Ordinalskalierung kann aber durchaus auch als Intervallskalierung interpretiert und statistisch ausgewertet werden. Die Einordnung in eine der fünf Kategorien in Tabelle 17 basiert auf der in Abschnitt 2.2.1.8 durchgeführten Analyse sowie den in Tabelle 2 aufgeführten Indikatoren.

| Variable | Beschreibung | Skalierung | Vorlage/Quelle |
|-------------------------------------|---|--|---|
| Position im Technologielebenszyklus | Kumulierter Entwicklungsaufwand im Verhältnis zur Ausschöpfung des technischen Potentials | Schrittmachertechnologie = 1 Zwischenkategorie Schritt-/Schlüsseltechnologie = 2 Schlüsseltechnologie = 3 Zwischenkategorie Schlüssel-/Basistechnologie = 4 Basistechnologie = 5 | Einordnung in den Technologielebenszyklus auf Grundlage der Indikatoren in Tabelle 2 und Abbildung 12 |

Tabelle 17: Operationalisierung: Position im Technologielebenszyklus.

⁷¹³ Für eine kritische Auseinandersetzung mit der praktischen Umsetzung des Technologielebenszyklus als Analyseverfahren vgl. Specht et al. (2002, S.72ff.).

⁷¹⁴ Vgl. Sommerlatte und Deschamps (1986, S.52ff.).

Marktgröße

Die Marktgröße bezieht sich auf die absolute Größe des Absatzmarktes einer Technologie. Als Referenzgröße wird das Investitionsvolumen für Neuanlagen in dem jeweiligen Technologiesegment im Jahr 2011, dem Jahr vor der Befragung der VC-Gesellschaften, herangezogen. Das Investitionsvolumen kann aus der gesamten im Jahr 2011 neu installierten Anlagenleistung und den durchschnittlichen Investitionskosten pro Anlage ermittelt werden. Grundlage für die Bestimmung der Marktgröße für eine Technologie ist der europäische Wirtschaftsraum.⁷¹⁵

Marktwachstum

Das Marktwachstum bezieht sich auf das durchschnittliche Marktwachstum (Compound Annual Growth Rate, kurz: CAGR) des europäischen Absatzmarktes einer Technologie für den Zeitraum der letzten 5 Jahre vor der Befragung, vom Jahr 2006 bis zum Jahr 2011.⁷¹⁶

Häufigkeit der Veränderung der Förderung

Die Häufigkeit mit der sich die Förderung der Technologien ändert bezieht sich auf die Anzahl der Änderungen der entsprechenden Gesetze und Richtlinien. Um die Anzahl der Änderungen verlässlich erheben zu können, wird die Analyse auf die in Deutschland geltende finanzielle Förderung der Technologien beschränkt.⁷¹⁷ Eine Ausnahme stellt der Markt für Hochtemperatur-Solarthermie dar. Hier ist Spanien der einzige kommerziell relevante Markt in Europa, sodass für dieses Technologiesegment die Veränderung der öffentlichen Förderung in Spanien erhoben wird und in die Analyse einfließt. Die Anzahl der Veränderungen der Förderung wird, für den Zeitraum zwischen Einführung des EEGs in Deutschland im Jahr 2004 (1. Januar 2004) und dem Beginn der Datenerhebung für diese Studie im Jahr 2012 (1. Januar 2012) ermittelt.

⁷¹⁵ Bei der vorliegenden Untersuchung liegt das zentrale Erkenntnisinteresse auf den relativen Unterschieden zwischen den Technologiesegmenten. Da der europäische Markt, hinsichtlich der Breite der nachgefragten Technologien als auch der absoluten Größe, einen sehr bedeutenden Absatzmarkt für Erneuerbare-Energie-Technologien darstellt, ist durch eine Beschränkung der Parameter auf diesen Markt, im Vergleich zum Weltmarkt, keine Einschränkung der Aussagekraft der Ergebnisse zu erwarten. Eine weiterführende geografische Eingrenzung, bspw. auf Deutschland hingegen erscheint nicht angemessen, da für die meisten Technologieunternehmen und VC-Investoren der europäische Absatzmarkt die relevante ökonomische Betrachtungsgröße ist und es für einzelne Technologien, bspw. Hochtemperatur-Solarthermie oder Gezeitenkraftwerke in Deutschland auch keinen ökonomisch relevanten Absatzmarkt gibt. Die meisten Marktdaten werden i.d.R. für den Wirtschaftsraum der EU-27 erhoben und veröffentlicht, sodass die Marktgrößen relativ einfach und konsistent bestimmt werden können. Für einzelne Technologien ist es jedoch sinnvoll, den europäischen Markt um nicht EU-Länder, wie Schweiz, Island und Türkei zu erweitern, da diese Länder, bspw. für tiefe Geothermie, signifikante Absatzmärkte darstellen.

⁷¹⁶ Das Marktwachstum wird als Durchschnitt der letzten 5 Jahre vor der Befragung der Studienteilnehmer definiert, um kurzfristigen Marktschwankungen nicht zu viel Bedeutung beizumessen.

⁷¹⁷ Da Deutschland den mit Abstand wichtigsten europäischen Markt für Erneuerbare-Energie-Technologien darstellt, wirken sich Änderungen der Förderungen hier immer auch signifikant auf die wirtschaftliche Attraktivität des gesamten Technologiesegments aus.

Höhe der unerwarteten Veränderung der Förderung

Die Veränderung der Förderhöhe bezieht sich auf die unerwartete Anpassung der finanziellen Förderung durch eine Änderung der entsprechenden Gesetze oder Richtlinien in dem Zeitraum 1. Januar 2004 bis 1. Januar 2012. Sie entspricht die Differenz zwischen der im Jahr 2004 erwarteten Förderung für das Jahr 2012 und der im Jahr 2012 tatsächlich gültigen Förderung. Grundlage für die Betrachtung sind, wie für die bereits im vorigen Absatz beschriebene Analyse der Anzahl der Veränderungen, die Förderung Erneuerbarer-Energie-Technologien in Deutschland.⁷¹⁸

Profitabilität

Die Profitabilität innerhalb eines Technologiesegementes wird anhand der nach Umsatz gewichteten operativen Ergebnismarge (EBIT-Marge), der in dem jeweiligen Technologiesegment tätigen Unternehmen, bestimmt. Die EBIT-Marge beschreibt bei Unternehmen das operative Ergebnis vor Zinsen und Steuern.⁷¹⁹ Die Kennziffer wird aus den Jahresberichten börsennotierter und großer privater Unternehmen in dem jeweiligen Technologiesegment ermittelt.⁷²⁰ Um eine aussagekräftige EBIT-Marge zu bestimmen, werden nur Unternehmen, die sich hauptsächlich auf ein einziges Geschäftsfeld fokussieren, sogenannte »Pure Play« Unternehmen, in die Erhebung mit einbezogen.⁷²¹

Investmenterfahrung

Die Investmenterfahrung einer VC-Gesellschaft wird mit Hilfe der absoluten Anzahl der von der VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigten Investitionen operationalisiert. Die hierfür benötigten Informationen werden ebenfalls direkt im Rahmen der Befragung der VC-Gesellschaften erhoben.⁷²²

⁷¹⁸ Besteht im Jahr 2004 noch keine Förderung für eine Technologie, wird die Veränderung ggü. dem Referenzjahr 2012 ab dem Zeitpunkt gemessen an dem frühestens eine Förderung einer Technologie erfolgt. Bestehen für verschiedenen Teilsegmente eines Technologiesegementes – bspw. unterschiedliche Anlagegrößen oder Konfigurationen – unterschiedliche Fördermaßnahmen, so wird für die Erhebung die Veränderung der Förderhöhe für einige wesentliche Teilsegmente ermittelt und hieraus ein Durchschnittswert gebildet. Vgl. Anhang 8.9.

⁷¹⁹ Zur Verwendung der EBIT-Marge als Indikator für die Wettbewerbsintensität vgl. Gleißner und Grundmann (2008, S.314ff.).

⁷²⁰ Voraussetzung für die Berücksichtigung ist, dass das Unternehmen weitestgehend nur in diesem einen Technologiesegment tätig ist bzw. eine operative Marge für das Technologiesegment ausgewiesen wird. Lassen sich in einem Technologiesegment mehrere geeignete börsennotierte Unternehmen finden, wird der mit dem jeweiligen Umsatz gewichtete Durchschnitt der EBIT-Margen gebildet, um Verzerrungen durch für die Gesamtheit des Technologiesegments weniger aussagekräftigen kleinen Unternehmen zu verringern. Findet sich für ein Technologiesegment kein Unternehmen, so wird das Technologiesegment in der entsprechenden Analyse nicht berücksichtigt.

⁷²¹ Gibt es in einem Technologiesegment weniger als drei europäische börsennotierte Unternehmen, werden in einem weiteren Schritt zusätzlich die privaten europäischen Unternehmen und ggf. dann noch börsennotierte US-Unternehmen zur Ermittlung einer durchschnittlichen EBIT-Marge für ein Technologiesegment herangezogen.

⁷²² Vgl. Hsu (2004, S.1809f.).

Reputation

Die Reputation einer VC-Gesellschaft beschreibt, inwieweit die VC-Gesellschaft in der Vergangenheit dazu in der Lage war, erfolgreich Investitionen zu tätigen. In der wissenschaftlichen Literatur wird die Reputation einer VC-Gesellschaft unter anderem mit Hilfe der Anzahl der getätigten Investitionen in einem bestimmten Industriesegment oder der Anzahl der erfolgreichen Börsengänge ihrer Beteiligungsunternehmen operationalisiert.⁷²³ Die Anzahl der erfolgreichen Börsengänge hat als Indikator gegenüber der Investitionsanzahl den Vorteil, dass er eine Erfolgskomponente beinhaltet. Da der Erneuerbare-Energien-Sektor aber noch immer eine relativ junge Branche für VC-Investitionen darstellt und insgesamt nur wenige Börsengänge aufweist, lässt sich die Reputation der relativ jungen VC-Gesellschaften nur unzuverlässig anhand der bereits erfolgten Exits beurteilen. Aus diesem Grund wird die Reputation, wie die Investorenerfahrung, hilfsweise ebenfalls mit der Anzahl der getätigten Investitionen operationalisiert.⁷²⁴ Die Operationalisierung der manifesten unabhängigen Variablen wird in Tabelle 18 zusammenfassend dargestellt.

| Variable | Beschreibung | Skalierung |
|--|--|----------------------|
| Position im Technologielebenszyklus | Kumulierter Entwicklungsaufwand im Verhältnis zur Ausschöpfung des technischen Potentials | Position 1–5 |
| Marktgröße | Investitionssumme für Technologien im Jahr 2011 im europäischen Wirtschaftsraum | absolut in Mrd. Euro |
| Marktwachstum | Durchschnittliches jährliches Marktwachstum (CAGR) im europäischen Wirtschaftsraum im Zeitraum 2006–2011 | in % |
| Häufigkeit der Veränderung der Förderung | Anzahl der Änderungen der Förderung im Zeitraum 2004–2012 in Deutschland | absolute Anzahl |
| Unerwartete Veränderung der Förderhöhe | Unerwartete Änderung der Förderhöhe im Zeitraum 2004–2012 in Deutschland | in % |
| Profitabilität | Mit dem Umsatz gewichteter Durchschnitt der operativen Profitabilität (EBITDA-Marge) der in dem Technologiesegment tätigen Unternehmen | in % |
| Investmenterfahrung | Anzahl der im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigten Investitionen | absolute Anzahl |
| Reputation | Anzahl der im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigten Investitionen | absolute Anzahl |

Tabelle 18: Operationalisierung der übrigen manifesten unabhängigen Variablen.

⁷²³ Vgl. Gompers (1996, S.133ff.), Gompers et al. (1998, S.149ff.) und Hsu (2004, S.1805ff.).

⁷²⁴ Vgl. Hsu (2004, S.1805ff.).

5.4.3 Operationalisierung der abhängigen Variable

In den zu überprüfenden Hypothesen finden sich insgesamt drei unterschiedliche abhängige Variablen, die nachfolgend operationalisiert werden.

Investmentverhalten der VC-Gesellschaften

Die erste abhängige Variable ist das »Investmentverhalten der VC-Gesellschaften« in den Hypothesen 1-a und 1-b.⁷²⁵ Bei dieser Variable stellt sich inhaltlich die Frage, ob und, wenn ja, wie das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaft durch die sektorspezifischen Einflussgrößen beeinflusst wird. Verschiedene Möglichkeiten sind hier prinzipiell denkbar. So kann die VC-Gesellschaft bei unzureichender Attraktivität der Technologiesegmente auf Investitionen insgesamt oder nur in den als unattraktiv eingeschätzten Segmenten verzichten. Sie kann aber auch lediglich die Anforderungen an das Investment bzw. die Transaktionsstruktur dem Risiko anpassen (vgl. Abschnitt 2.1.6.2. – Transaktionsstrukturierung). Um die Hypothesen 1-a und 1-b zu überprüfen, wird die abhängige Variable in zwei Schritten operationalisiert. Im ersten Schritt wird direkt bei den VC-Gesellschaften abgefragt, ob die Einschätzung des sektorspezifischen Rendite-Risiko-Potentials das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaft beeinflusst. Die abhängige Variable wird hierzu binär skaliert und kann die Werte »ja« oder »nein« annehmen. Im zweiten Schritt werden von denjenigen VC-Gesellschaften, die ihr Investitionsverhalten anpassen, weitere Informationen quantitativ erhoben, um die Art und Weise der Anpassung zu erfassen.

Verfügbarkeit externer Sektor-Experten

Die zweite abhängige Variable ist die »Verfügbarkeit externer Sektor-Experten« und beschreibt, in wie weit VC-Gesellschaften über einen Zugang zu externen Sektor-Experten verfügen, um diese im Rahmen ihres Investitionsentscheidungsprozesses bei der Überprüfung und Bewertung neuer Investitionsgelegenheiten in die Entscheidungsfindung mit einzubinden. Ein unzureichender Zugang könnte die Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor negativ beeinflussen. Die Variable wird direkt im Rahmen der Befragung von den VC-Gesellschaften erhoben indem gefragt wird in wie weit die Verfügbarkeit externer Sektor-Experten den Umfang der eigenen Investitionstätigkeit beeinflusst. Die Bewertung wird auf einer 5-stufigen Rating-Skala erfasst, die den Werte 1 für einen »geringen« und den Wert 5 für einen »hohen« Einfluss einnimmt.

⁷²⁵ Die in den übrigen Hypothesen verwendeten abhängigen Variablen sind gleichzeitig auch unabhängige Variablen, wie bspw. die latenten Konstrukte, und somit bereits in den beiden vorigen Abschnitten als unabhängige Variablen operationalisiert.

Verfügbarkeit Kapital

Die dritte abhängige Variable ist die »Verfügbarkeit von Kapital« und beschreibt, in wie weit VC-Gesellschaften in der Lage sind, selbst Kapital einzuwerben, um Investitionen zu tätigen. Eine unzureichende Möglichkeit Kapital einzuwerben könnte die Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor negativ beeinflussen. Die Variable wird ebenfalls direkt im Rahmen der Befragung von den VC-Gesellschaften erhoben indem gefragt wird in wie weit die Verfügbarkeit von Kapital den Umfang der eigenen Investitionstätigkeit beeinflusst. Die Bewertung wird wie zuvor auf einer 5-stufigen Rating-Skala eingeordnet, die den Werte 1 für einen »geringen« und den Wert 5 für einen »hohen« Einfluss einnimmt.

| Variable | Beschreibung | Skalierung |
|--|---|------------------------|
| Anpassung des Investitionsverhaltens | Passen die VC-Gesellschaften ihr Investitionsverhalten im Erneuerbare-Energien-Sektor aufgrund der sektorspezifischen Risiken und Renditepotentiale an? | binär: ja/nein |
| Art und Weise der Anpassung | • Erfolgt die Anpassung für den gesamten Sektor oder wird nach Segmenten differenziert? | binär: ja/nein |
| | • Wird in den Sektor oder einzelne Segmente nicht investiert? | binär: ja/nein |
| | • Wird die Investitionsstruktur angepasst? | binär: ja/nein |
| Verfügbarkeit externer Sektor-Experten | Beeinflusst die Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten die Investitionstätigkeit? | 5-stufige Rating-Skala |
| Verfügbarkeit Kapital | Beeinflusst die Verfügbarkeit von Kapital die Investitionstätigkeit? | 5-stufige Rating-Skala |

Tabelle 19: Operationalisierung: Abhängigen Variablen.

5.4.4 Operationalisierung der Kontrollvariablen

Mit Hilfe von Kontrollvariablen lassen sich Einflüsse auf einen Zusammenhang zwischen unabhängiger und abhängiger Variable statistisch herausfiltern um auf diese Weise, die interne Validität der Untersuchungsergebnisse zu erhöhen.⁷²⁶ In der vorliegenden Studie werden zu diesem Zweck insgesamt zwei Kontrollvariablen erhoben.

⁷²⁶ Vgl. Bortz und Döring (2006, S.510f.).

Typ der VC-Gesellschaft

Verschiedene Studien zum Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften zeigen, dass die Art der VC-Gesellschaft, also die Art der Kapitalgeber, die der VC-Gesellschaft Kapital zur Verfügung stellen, einen Einfluss auf das Investitionsverhalten haben können.⁷²⁷ Manigart et al. zeigen bspw., dass unabhängige VC-Gesellschaften höhere Renditeanforderungen an ihre Investitionen stellen als öffentlich geförderte oder unternehmensabhängige VC-Gesellschaften.⁷²⁸ Entsprechend müssen die Untersuchungsergebnisse für den Einfluss des Investmenttyps der VC-Gesellschaft kontrolliert werden. Der Investmenttyp wird sowohl anhand der öffentlich verfügbaren Informationen zu den VC-Gesellschaften bestimmt, als auch ein zweites Mal zwecks Bestätigung bei der Befragung der VC-Gesellschaften direkt abgefragt.

Nutzung von Methoden zur Technologiefrühaufklärung

Die Nutzung von Methoden zur Technologiefrühaufklärung durch die VC-Gesellschaften im Rahmen des Investitionsentscheidungsprozesses kann möglicherweise, ähnlich wie die Investorenerfahrung, die Einschätzung von Risiken und Renditepotentialen von Investitionsmöglichkeiten beeinflussen.⁷²⁹ Um den Einfluss dieser Variable auf die Ergebnisse zu kontrollieren, wird im Rahmen der Befragung direkt von den VC-Gesellschaften erhoben, ob Methoden zur Technologiefrühaufklärung eingesetzt werden, um Investitionsmöglichkeiten zu analysieren. Dabei werden zwei Aspekte unterschieden: (1) ob VC-Gesellschaften überhaupt irgendeine Methoden zur Technologiefrühaufklärung nutzen und (2) wenn ja, welche der Methoden bzw. in welchem Umfang Methoden zur Technologiefrühaufklärung angewendet werden. Hierzu wird in zwei Schritten zuerst bei den Interviewpartnern direkt abgefragt, ob Methoden zur Technologiefrühaufklärung genutzt werden (binäre Skala mit den Antwortkategorien »ja« und »nein«) und anschließend werden aus einer Auflistung der 16 gängigsten Methoden diejenigen ausgewählt, die auch tatsächlich eingesetzt werden. Diese 16 Methoden werden zusätzlich mit Hilfe einer 5-stufigen Rating-Skala auf ihre Eignung zur Analyse von Technologiesegmenten bewertet und ermöglichen eine weitergehende Qualifizierung der Methodennutzung durch die VC-Gesellschaften.⁷³⁰

⁷²⁷ Vgl. Manigart et al. (2002, S.291ff.).

⁷²⁸ Vgl. Manigart et al. (2002, S.291ff.) sowie die Ausführungen in Abschnitt 3.1.3.1.

⁷²⁹ Vgl. Ausführungen zur Forschungsfrage 3 in Abschnitt 4.3.1.

⁷³⁰ Als Grundlage für die Auswahl der Methoden zur Technologiefrühaufklärung wurden die Übersichten aus Lichtenthaler (2004, S.130) sowie Cuhls (2008, S.12f.) verwendet. Um sicherzustellen, dass alle verwendeten Methoden erhoben werden, wurde eine weitere Antwortkategorie »Sonstige« in den Fragebogen mitaufgenommen.

| Variable | Beschreibung | Skalierung |
|--|--|--|
| Investmenttyp | Ausprägung beschreibt, welche Art von Kapitalgebern der VC-Gesellschaft das Kapital zur Verfügung stellt. | Unabhängige VC-Gesellschaften = 1 Staatliche/öffentliche VC-Gesellschaften = 2 Unternehmensabhängige VC-Gesellschaften = 3 |
| Nutzung von Methoden zur Technologiefrühaufklärung | Ausprägung beschreibt, ob VC-Gesellschaften systematisch Methoden zur Technologiefrühaufklärung nutzen oder nicht. | Nutzung = 1 Keine Nutzung = 0 <hr/> Quantitative Erhebung, welche Methoden genutzt werden (binär: ja/nein) und für wie geeignet die Methoden gehalten werden, Rating-Skala (ungeeignet = 1 bis geeignet = 5) |

Tabelle 20: Operationalisierung: Kontrollvariablen.

6 Auswertung und Ergebnisse der Empirischen Untersuchung

Nachdem im vorigen Kapitel die Grundlagen zum Messen von Variablen und zum Testen der Hypothesen erläutert und die hierfür erforderlichen Variablen operationalisiert wurden, werden in diesem Kapitel die Grundlagen für die Datenerhebung festgelegt (6.1), die Daten ausgewertet (6.2), die Hypothesen mit Hilfe der statistischen Methoden überprüft und die Ergebnisse interpretiert (6.3). Das Kapitel endet mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse (6.4).

6.1 Grundlagen der Datenerhebung

6.1.1 Konzeption der empirischen Untersuchung

Wie bereits in Abschnitt 5.1. ausgeführt, muss der Großteil der benötigten Daten für den Zweck dieser Untersuchung speziell erhoben werden. Hierfür bietet sich die direkte Befragung der VC-Gesellschaften mittels eines strukturierten, persönlichen Interviews an.⁷³¹ Die Zielgruppe der Befragung sind VC-Gesellschaften, die in Deutschland in junge Technologieunternehmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor investieren oder investieren möchten.⁷³² Die Grundgesamtheit dieser VC-Gesellschaften ist nur schwer zu identifizieren, da sie einerseits sowohl inländische als auch ausländische VC-Gesellschaften umfasst und andererseits die fraglichen Investitionen in der Praxis auch von nicht-VC-Gesellschaften, bspw. vermögenden Privatpersonen, durchgeführt werden. Als Ausgangspunkt für die Datenerhebung werden die im Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften e.V. (BVK) organisierten Beteiligungsgesellschaften für die Befragung herangezogen. Laut BVK sind schätzungsweise 95 Prozent der in Deutschland tätigen Beteiligungsgesellschaften im BVK organisiert.⁷³³ Aus dem Mitgliederverzeichnis, Stand 31.12.2010, wurden anhand der BVK-Investorenprofile sowie der Eigendarstellung der Unternehmen im Internet 56 Beteiligungsgesellschaften identifiziert, die dem Anforderungsprofil der vorliegenden Studie entsprechen.⁷³⁴ Um, wie beabsichtigt, quantitative Analysen mit einer ausreichenden

⁷³¹ Vgl. Atteslander (2008, S.121ff.).

⁷³² Vgl. hierzu auch die Darstellung des Ausgangsphänomens in Abschnitt 1.1 und 4.1 der vorliegenden Arbeit. Im Gegensatz zu vorherigen Studien (z.B. Wüstenhagen und Teppo 2006) werden als Zielgruppe auch diejenigen VC-Gesellschaften gezählt, die bisher noch keine Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor durchgeführt haben, dies aber prinzipiell tun würden. Mit Blick auf das Ziel dieser Studie, Investitionshemmnisse zu identifizieren, stellen diese VC-Gesellschaften einen wichtigen Bestandteil der Zielgruppe dar.

⁷³³ Eigene Schätzung des BVKs, gemessen am verfügbaren Beteiligungskapital.

⁷³⁴ In einem ersten Schritt wurden aus den 218 Mitgliedern 99 Beteiligungsgesellschaften herausgefiltert, die aufgrund ihres BVK-Investorenprofils möglicherweise für die Teilnahme an der Studie in Frage kamen. In einem zweiten Schritt wurden hiervon, auf Grundlage einer Überprüfung der meist deutlich ausführlicheren Unternehmensdarstellungen im Internet bzw., falls erforderlich, eines Telefonats mit der Gesellschaft, 39 Beteiligungsgesellschaften aussortiert, die grundsätzlich nicht in Unternehmen des Erneuerbare-Energien-Sektors in frühen Entwicklungsphasen investieren.

statistischen Aussagekraft durchführen zu können, werden alle 56 VC-Gesellschaften für die Befragung angesprochen. Da die Grundgesamtheit der VC-Gesellschaften über die im BVK organisierten Mitglieder herausgeht, stellt die Erhebung keine Vollerhebung dar, sondern kann als Stichprobe der Grundgesamtheit aufgefasst werden. Repräsentativität liegt bei dieser Vorgehensweise nicht vor, da die Stichprobe nicht zufällig ausgewählt wurde.⁷³⁵

6.1.2 Aspekte der Fragebogengestaltung

Um die Qualität und Vergleichbarkeit der erhobenen Daten sicherzustellen, wird die Befragung auf Grundlage eines standardisierten Fragebogens durchgeführt, der sowohl dem Befrager als auch den Befragten als Leitfaden für das Interview dient.⁷³⁶ Der Fragebogen ist inhaltlich in vier Abschnitte eingeteilt.⁷³⁷ Im ersten Teil werden allgemeine Angaben zu der VC-Gesellschaft erhoben, die in der Auswertung als unabhängige bzw. Kontrollvariablen genutzt werden.⁷³⁸ Teilweise handelt es sich um Informationen, die bereits im Rahmen der Identifizierung der Stichprobe aus öffentlich verfügbaren Quellen gewonnen werden konnten (bspw. der Typ oder der Investmentfokus der VC-Gesellschaft). Die erneute Abfrage der Information direkt beim Befragten dient der Bestätigung dieser Information und ermöglichte einen einfachen Einstieg in das Interview. Im zweiten Teil werden die vier sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das wahrgenommene Risiko-Rendite-Verhältnis der Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor erhoben. Hierzu werden, wie im Abschnitt 5.4.1. dargelegt, jeweils vier formative Indikatoren sowie eine Globalabfrage der Einflussfaktoren abgefragt. Um Unterschiede zwischen den einzelnen Segmenten zu analysieren (Hypothesen 2-a bis 2-g), wird die Globalabfrage hier auch für die einzelnen Technologiesegmente durchgeführt. Im dritten Teil des Fragebogens wird die Verwendung von Methoden zur Technologiefrühaufklärung bei den VC-Gesellschaften abgefragt. Dabei wird sowohl der Verwendungszweck als auch die Art der verwendeten Methoden von den VC-Gesellschaften erhoben. Der vierte Teil des Fragebogens umfasst abschließend alle Fragen zu den Parametern, die für die Analyse von Pfadabhängigkeiten erforderlich sind. Um die erhobenen Daten, wie geplant, effizient mit Hilfe quantitativer Methoden auszuwerten zu können, sind die Fragen weitestgehend als geschlossene Fragen mit Vorgabe der Antwortkategorien strukturiert worden.⁷³⁹ Die Skalierung der Antwortkategorien folgt entsprechend der im vorigen Abschnitt beschriebenen Operationalisie-

⁷³⁵ Vgl. Schnell et al. (2008, S.304ff.).

⁷³⁶ Vgl. Atteslander (2008, S.134ff., 151f.).

⁷³⁷ Eine Ausfertigung des Fragebogens findet sich in Anhang 1.

⁷³⁸ Dies sind: Typ, Investmenterfahrung, Investmentfokus, Typ und Spezialisierung der VC-Gesellschaft.

⁷³⁹ Vgl. Schnell et al. (2008, S.330ff.). Um zusätzlich weitergehende qualitativ-explorative Erläuterungen der Befragten zu einzelnen Sachverhalten abfragen zu können, werden neben den geschlossenen Fragen zusätzlich vereinzelt offene Fragen bzw. Fragen mit zusätzlich einer offenen Antwortkategorie in den Fragebogen aufgenommen.

rung der Variablen.⁷⁴⁰ Der Umfang des Fragebogens wurde so gewählt, dass bei zügigem Interviewtempo alle Fragen innerhalb einer halben Stunde beantwortet werden können.⁷⁴¹ Um die Eignung des Fragebogens für die Datenerhebung sicherzustellen, erfolgte ein Pretest des Fragebogens an den ersten drei befragten VC-Gesellschaften.⁷⁴² Erst im Anschluss daran erfolgte die Hauptansprache.

6.1.3 Durchführung der Untersuchung/Ablauf der Datenerhebung

Die Datenerhebung wurde mittels persönlicher Interviews im Zeitraum von Juni 2011 bis Februar 2012 durchgeführt. Die Ansprache der VC-Gesellschaften erfolgte strukturiert in mehreren Schritten, um die richtigen Interviewpartner zu identifizieren und die Beteiligungsbereitschaft der Investoren zu maximieren. Im ersten Schritt wurde telefonisch der für den Erneuerbare-Energien-Sektor zuständige Ansprechpartner ermittelt und bzgl. einer Teilnahme an der Studie angesprochen. Das wesentliche Auswahlkriterium bestand hierbei darin, dass der Gesprächspartner innerhalb der VC-Gesellschaft verantwortlich für die Investitionen im Erneuerbare-Energien-Bereich zuständig war. Hiermit sollte sichergestellt werden, dass der Gesprächspartner über ausreichende Kenntnisse sowohl des Industriesektors als auch des internen Entscheidungsprozesses innerhalb der VC-Gesellschaft verfügt. Da die VC-Gesellschaften i.d.R. schlank organisiert sind und sich die Investment Manager bei größeren Gesellschaften nach bestimmten Sektoren organisieren, stellte die Identifizierung der relevanten Ansprechpartner keine wesentliche Schwierigkeit dar. Im Rahmen dieser Erstansprache wurden dem Befragten eine kurze Beschreibung des Forschungsvorhabens einschließlich des Ausgangsphänomens gegeben, um die Seriosität des Vorhabens zu unterstreichen und die Motivation für eine Teilnahme zu erhöhen.⁷⁴³ Falls grundsätzlich Interesse an einer Teilnahme geäußert wurde, wurde in einem zweiten Schritt per E-Mail ein kurzes förmliches Anschreiben sowie der Fragebogen an den Gesprächspartner versandt und ein konkreter Interviewtermin angefragt. Den Befragten wurde angeboten, das Interview entweder am Telefon oder in einem persönlichen Gespräch bei ihnen vor Ort zu führen. Die meisten Befragten entschlossen sich aus organisatorischen und zeitlichen Gründen für ein Telefoninterview.⁷⁴⁵ Die Interviews wurden alle vom Verfasser dieser Studie persönlich durchgeführt.

⁷⁴⁰ Vgl. Abschnitt 5.4.

⁷⁴¹ Die Zeitspanne der durchgeführten Interviews betrug i.d.R. zwischen 30 und 45 Minuten.

⁷⁴² Im Anschluss an die Pre-Test Befragung wurden bei einigen wenigen Fragen bzw. den Antwortkategorien kleiner Änderungen an den Formulierung vorgenommen, um aufgetretene Verständnisprobleme bei den Befragten zu vermeiden. Die Ergebnisse der Pre-Test-Befragung wurde in die Auswertung mit einbezogen, da die Verständnisprobleme im Interview beseitigt werden konnten.

⁷⁴³ Die Erstansprache erfolgt in einigen Fällen auch in einem direkten Gespräch mit Vertretern der VC-Gesellschaften auf einer Fachkonferenz zum Thema VC-Investitionen im Cleantech-Sektor in München, die dort durch Munich Network e.V. in regelmäßigen Abständen organisiert werden.

⁷⁴⁵ Insgesamt wurden nur zwei der Interviews in einem persönlichen Gespräch vor Ort durchgeführt.

6.1.4 Probleme bei der Datenerhebung

Das wesentlichste Problem bei der Datenerhebung bestand darin, die VC-Gesellschaften für eine Teilnahme an der Studie zu gewinnen. VC-Gesellschaften erhalten lt. eigenen Angaben eine Vielzahl von Anfragen von Verbänden und Forschern, sodass aufgrund der zeitlichen Mehrbelastung und dem geringen Mehrwert für den einzelnen Investment Manager die Bereitschaft zur Teilnahme an solchen Studien als gering bezeichnet werden kann. Ein weiteres Problem bestand bei der Datenerhebung in den teils sehr langen Zeiträumen zwischen Identifikation der Ansprechpartner, Erstansprache und Vereinbarung eines Interviewtermins. Da das Tagesgeschäft der Investment Manager relativ arbeitsintensiv ist und starken Schwankungen unterliegt, waren häufig mehrfache Versuche zur Kontaktaufnahme und Terminvereinbarung erforderlich, um ein Interview durchführen zu können. Insgesamt konnten 27 der 56 VC-Gesellschaften zur Teilnahme an der Befragung gewonnen werden. Dies entspricht einer Teilnahmequote von 48,2 Prozent, was als vergleichsweise gut einzuordnen ist.⁷⁴⁶

6.1.5 Teststärke der statistischen Tests

Die relativ geringe absolute Anzahl an Datensätzen wirkt sich insgesamt negativ auf die Teststärke statistischer Methoden aus. Als Teststärke wird die Wahrscheinlichkeit bezeichnet mit der ein Signifikanztest zugunsten der Alternativhypothese entscheidet, wenn die Alternativhypothese tatsächlich richtig ist.⁷⁴⁷ Damit das Ergebnis eines Signifikanztests auch eine *praktische* Signifikanz aufweist, muss die Teststärke einen Wert von deutlich größer als 0,5 aufweisen.⁷⁴⁸ In diesem Fall besteht von vorne herein eine Wahrscheinlichkeit von größer als 50 Prozent, dass die Nullhypothese zu Recht abgelehnt und die Alternativhypothese entsprechend angenommen wird. Andernfalls könnten die Ergebnisse des statistischen Tests auch rein zufällig zustande gekommen sein und wären nicht verlässlich reproduzierbar.⁷⁴⁹ Die Teststärke eines statistischen Tests entspricht dem Wert eins minus dem β -Fehler, d.h. der Wahrscheinlichkeit, dass die Nullhypothese H_0 fälschlicherweise *nicht* zu Gunsten der Alternativhypothese H_1 verworfen wird, $(1 - \beta)$ und lässt sich rechnerisch aus den drei folgenden Kennziffern ermitteln: 1) das gewählte Signifikanzniveau alpha des statistischen Tests (α), d.h. die Obergrenze für die Wahrscheinlichkeit, mit der die Nullhypothese fälschlicherweise zu Gunsten der Alternativhypothese abgelehnt wird, 2) die sogenannte »Effektgröße«, also die Größe des zu erwartenden Unterschieds des untersuchten Parameters zwischen der Null-Hypothese und der Alternativ-Hypothese, die mit Hilfe des statistischen Tests

⁷⁴⁶ Die Beteiligungsquote wird im folgenden Abschnitt ausführlich dargestellt.

⁷⁴⁷ Vgl. Bortz (2006, S.602ff.), Buchner et al. (1996, S.123).

⁷⁴⁸ Vgl. Bortz (2006, S.603).

⁷⁴⁹ Bei einer Wiederholung der Studie besteht bei einer Teststärke von 0,5 nur eine Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent, dass die signifikanten Ergebnisse erneut als signifikant erkannt werden bzw. von 10 Untersuchungen würden nur fünf ein signifikantes Ergebnis und fünf ein nicht-signifiantes Ergebnis aufweisen. Vgl. hierzu Bortz (2006, S.602).

gerade noch als signifikant erkannt werden soll und 3) der Stichprobenumfang, d.h. die Anzahl der für die statistische Untersuchung zur Verfügung stehenden Datensätze.

| Parameter | Beschreibung | Einfluss auf die Teststärke |
|----------------------------|--|---|
| Signifikanzniveau α | Die Grenze für die Irrtumswahrscheinlichkeit, dass die Null-Hypothese (H_0) fälschlicherweise zu Gunsten der Alternativhypothese (H_1) verworfen wird. | Je höher das gewählte Signifikanzniveau, d.h. je kleiner der Wert α , desto geringer die Teststärke. |
| Effektgröße | Der erwartbare (standardisierte) Unterschied des untersuchten Parameters zwischen der Null-Hypothese (H_0) und der Alternativhypothese (H_1). | Je größer die Effektgröße, desto größer die Teststärke. |
| Stichprobenumfang | Die Anzahl der für die statistische Auswertung zur Verfügung stehenden Datensätze. | Je höher der Stichprobenumfang, desto größer die Teststärke. |

Tabelle 21: Bestimmungsgrößen der Teststärke.

Die Teststärke und somit die Aussagekraft der statistischen Tests lässt sich mit Hilfe des Programms G*Power ermitteln.⁷⁵⁰ Die relativ geringe absolute Stichprobengröße von 27 begrenzt die Teststärke der statistischen Tests in der vorliegenden Untersuchung. Eine Ausweitung des Untersuchungsumfangs ist generell die geeignetste Maßnahme, um die Teststärke der Untersuchung zu erhöhen.⁷⁵¹ Dies ist in dem für diese Studie zur Verfügung stehenden zeitlichen Rahmen und mit den verfügbaren finanziellen Mitteln nicht möglich. Alle durch ihre Mitgliedschaft im BVK gut identifizierbaren VC-Gesellschaften wurden im Rahmen der Untersuchung angesprochen.⁷⁵² Um trotzdem eine für die Untersuchung akzeptable Teststärke zu erreichen, wird das Signifikanzniveau α bei den statistischen Tests, ab dem die Nullhypothese zu Gunsten der Alternativhypothese verworfen wird, mit $\alpha = 10\%$ festgelegt. Dies liegt oberhalb des üblicherweise in statistischen Untersuchungen verwendeten Signifikanzniveaus von $\alpha = 5\%$, ist aber aufgrund des bisher geringen Erkenntnisstandes über den Forschungsgegenstand und die insgesamt eher kleine Grundgesamtheit vertretbar.⁷⁵³ Bei der statistischen Auswertung wird das erreichte Signifikanzniveau anhand der drei Signifikanzstufen von $\alpha = 10\%$ (niedrig), $\alpha = 5\%$ (hoch) und $\alpha = 1\%$ (sehr hoch) eingeordnet. Unter diesen Voraussetzungen können mittlere bis große Effekte, d.h. mittlere bis große Unterschiede des untersuchten Parameters zwischen der Null-Hypothese (H_0) und der Alternativ-Hypothese (H_1) mit einer Teststärke von ca. 70 Prozent statistisch als signifikant erkannt werden. Dies liegt etwas unterhalb der

⁷⁵⁰ Vgl. Erdfelder et al. (1996, S.1ff.), Faul et al. (2007, S.175–191) und (2009, S.1149–1160). Für die Analysen in dieser Arbeit wurde das Programm G*Power in der Version 3.1.7 verwendet.

⁷⁵¹ Vgl. Bortz (2006, S.603).

⁷⁵² Vgl. Abschnitt 6.1.1.

⁷⁵³ Vgl. Cohen (1988, S.4ff.).

üblicherweise angestrebten Teststärke von mindestens 80 Prozent, bedeutet aber auch, dass immer noch in 7 von 10 Fällen damit gerechnet werden kann, H_0 zu Gunsten der tatsächlich geltenden Alternativhypothese H_1 richtigerweise abzulehnen. Die genaue Höhe und Bezeichnung der Teststärke hängt von dem gewählten statistischen Test und der für diesen Test üblicherweise als mittel bis groß bezeichneten Effektgröße ab.⁷⁵⁴

| | Effektgröße (Konvention) | | | Effektgrößen der Studie (bei $n = 27$; $\alpha = 0,1$; $\beta = 0,3$) |
|---|-----------------------------|--------|-------|---|
| | klein | mittel | groß | |
| <i>Multiple Regression</i> Effektgröße = f^2 | 0,02 | 0,15 | 0,35 | Gesamtmodell $f^2 = 0,34 \Leftrightarrow R^2 = 0,25$ Ein Prädiktor $f^2 = 0,19$ |
| Implizite Teststärken der Studie (bei $n=27, \alpha=0,1, \beta=0,3$): | | | | |
| - R^2 Gesamtmodell | 13,6% | 39,5% | 71,8% | |
| - 1 Prädiktor | 18,5% | 62,0% | 90,9% | |
| <i>Korrelationstest</i> Effektgröße = ρ (rho) | 0,10 | 0,30 | 0,50 | $\rho = 0,33$ |
| Implizite Teststärken der Studie (bei $n = 27$; $\alpha = 0,1$; $\beta = 0,3$): | 22,1% | 62,8% | 95,2% | |
| <i>t-Test</i> Effektgröße = δ (delta) | 0,20 | 0,50 | 0,80 | $\delta = 0,43$ |
| Implizite Teststärken der Studie (bei $n = 27$; $\alpha = 0,1$; $\beta = 0,3$): | 26,7% | 81,2% | 99,2% | |
| <i>Logistische Regression</i> Effektgröße = odds ratio | 1,50 | 2,50 | 4,00 | -- |
| Implizite Teststärken der Studie (bei $n = 27$; $\alpha = 0,1$; $\beta = 0,3$): | -- | -- | -- | |
| <i>Chi-Quadrat-Test</i> Effektgröße = ω (omega) | 0,10 | 0,30 | 0,50 | $\omega = 0,42$ |
| Implizite Teststärken der Studie (bei $n = 27$; $\alpha = 0,1$; $\beta = 0,3$; $df = 1$) | 14,5% | 46,6% | 82,9% | |

Tabelle 22: Effektgrößen und implizite Teststärken.

Um die Aussagekraft der in Abschnitt 6.3 durchgeführten Hypothesentests beurteilen zu können, werden die für die beobachteten Effektstärken erzielten Teststärken bei den jeweiligen Tests als Teil der Ergebnisübersicht ausgewiesen.

⁷⁵⁴ Für eine Übersicht der Höhe und Namen der Effektgrößen der unterschiedlichen statistischen Tests vgl. Bortz (2006, S.606) oder Cohen (1988).

6.2 Vorbereitende Analysen

Bevor die Hypothesen anhand der erhobenen Daten überprüft werden, wird die Stichprobe hinsichtlich ihrer demographischen Merkmale und des Antwortverhaltens der Befragten untersucht.

6.2.1 Demographische Merkmale der Stichprobe

In Tabelle 23 sind nachfolgend die demographischen Merkmale der Stichprobe aufgeschlüsselt, die im ersten Abschnitt der Befragung erhoben wurden.

Investoren-Typ

Bei 13 der 27 befragten VC-Gesellschaften (48%) sind die Kapitalgeber öffentlich-rechtliche Kreditinstitute, wie bspw. Landesbanken oder Sparkassen. Weitere 11 VC-Gesellschaften (41%) sind unabhängige und die restlichen drei (11%) unternehmensinterne VC-Gesellschaften.⁷⁵⁵

Verwaltetes Fondsvolumen

Insgesamt verwalten die befragten VC-Gesellschaften laut eigenen Angaben insgesamt Kapital i.H.v. 3,94 Euro Mrd. Da die hier befragten VC-Gesellschaften nicht alle ausschließlich Frühphasen-Finanzierungen tätigen, muss angenommen werden, dass der Großteil ihrer verfügbaren Mittel auf spätere Investitionsphasen, wie bspw. Wachstumsfinanzierungen oder Buy-outs, entfällt. Diese weisen üblicherweise einen deutlich höheren Kapitalbedarf auf.⁷⁵⁶

Anzahl Investment Manager

Die befragten VC-Gesellschaften beschäftigen insgesamt 232 professionelle Investment Manager, die sich hauptsächlich mit Investitionsentscheidungen und der Betreuung der Beteiligungsunternehmen beschäftigen. Von diesen befassen sich 66 Investment Manager entweder ausschließlich oder zumindest teilweise mit Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Auffällig ist, dass sich bei den staatlichen VC-Gesellschaften nur ein kleiner Anteil der Manager (12,9%) explizit mit dem Erneuerbare-Energien-Sektor befasst, während es bei den anderen beiden Gruppen knapp die Hälfte ist. Dies kann auf eine allgemein größere Spezialisierung der unabhängigen und unternehmensinternen VC-Gesellschaften zurückgeführt werden, die es ihnen ermöglicht,

⁷⁵⁵ Vgl. Tabelle 19.

⁷⁵⁶ Vgl. Abschnitt 2.1.1. Lt. den Angaben des BVKs betragen die Investitionsbeträge bei Seed-Finanzierungen im Durchschnitt 0,25 Mio. Euro, bei Start-up-Finanzierungen 0,99 Mio. Euro, bei Spätphasen-Finanzierungen 0,76 Mio. Euro, bei Wachstumsfinanzierungen 3,18 Mio. Euro, bei Turnaround-Finanzierungen 3,03 Mio. Euro und bei Buy-out-Finanzierungen 42,59 Mio. Euro pro Investition im Jahr 2011. Vgl. BVK (2012, S.6).

sich bei ihren Investitionen auf einige wenige ausgesuchte Technologiesegmente zu beschränken. Während staatliche VC-Gesellschaften diesbezüglich i.d.R. keinerlei Einschränkungen vorsehen.

Investmentfokus nach Sektor

Während öffentlich geförderte VC-Gesellschaften einen sehr weiten Investmentfokus mit nur geringen Einschränkungen abdecken (61,5% weisen keinen Investmentfokus nach Sektoren auf), tendieren unabhängige und unternehmensinterne VC-Gesellschaften deutlich zu einer Einschränkung des Investmentfokus auf aus ihrer Sicht attraktive Technologiesegmente. Zehn von elf unabhängigen VC-Gesellschaften (90,9%) und alle unternehmensinternen VC-Gesellschaften (100%) gaben an, dass sie ihre Investmentaktivität auf bestimmte Sektoren beschränken.

Investmentfokus nach Phase

Bei der Fokussierung nach Investmentphase fällt auf, dass der Großteil der unabhängigen und unternehmensinternen VC-Gesellschaften Frühphasen-Investitionen (»Seed« und »Start-up«) nur als einen Teil ihrer Investmentstrategie ansehen. Nur zwei der elf befragten unabhängigen VC-Gesellschaften (18,2%) gab an, dass sie sich bei Investitionen exklusiv auf Frühphasen-Investitionen beschränken, bei den unternehmensinternen VC-Gesellschaften traf dies auf keine der Gesellschaften zu (0,0%). Im Gegensatz dazu gaben immerhin sechs der 13 öffentlich geförderten VC-Gesellschaften (41,7%) an, dass sie sich bei ihrer Investmenttätigkeit ausschließlich auf Frühphasen-Investitionen fokussieren.

Investmentererfahrung des Fonds

Der Großteil der befragten VC-Gesellschaften verfügt über eine langjährige (> 7 Jahre) Investmentererfahrung (44,4%). Nur sechs der befragten Gesellschaften (22,2%) bestehen zum Zeitpunkt der Befragung weniger als 3 Jahre und befinden sich somit, relativ gesehen, noch am Anfang ihrer Unternehmens- und Investitionsgeschichte.

| | Insgesamt | Staatliche VCGs | Unabhängig VCGs | Unternehmensinterne VCGs |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Anzahl VC-Gesellschaften | n = 27 (100%) | n = 13 (48,1%) | n = 11 (40,7%) | n = 3 (11,1%) |
| Verwaltetes Fondsvolumen | 3.937 Mio. € (100%) | 1.622 Mio. € (41,2%) | 1.090 Mio. € (27,7%) | 1.225 Mio. € (31,1%) |
| Ø pro VC-Gesellschaft | 145,8 Mio. € | 124,8 Mio. € | 99,1 Mio. € | 408,3 Mio. € |
| Anzahl Investment Manager | 232 | 124 | 75 | 33 |
| davon mit Investitionen im EE-Sektor betraut | 66 (28,4%) | 16 (12,9%) | 35 (46,7%) | 15 (45,5%) |
| Anzahl getätigter VC-Investments | 1.623 | 1.413 | 172 | 38 |
| davon im EE-Sektor | 194 (12,0%) | 123 (8,7%) | 61 (35,5%) | 10 (26,3%) |
| Investmentfokus (Sektor) | | | | |
| kein Fokus | 9 (33,3%) | 8 (61,5%) | 1 (9,1%) | 0 (0,0%) |
| u.a. EE-Sektor | 16 (59,3%) | 5 (38,5%) | 9 (81,8%) | 2 (66,7%) |
| nur EE-Sektor | 2 (7,4%) | 0 (0,0%) | 1 (9,1%) | 1 (33,3%) |
| Investmentfokus (Phase) | | | | |
| kein Fokus | 5 (18,5%) | 4 (30,8%) | 1 (9,1%) | 0 (0,0%) |
| u.a. Seed/Start-up | 15 (55,6%) | 4 (30,8%) | 8 (72,7%) | 3 (100,0%) |
| nur Seed/Start-up | 7 (25,9%) | 5 (38,5%) | 2 (18,2%) | 0 (0,0%) |
| Investmenterfahrung (des Fonds) | | | | |
| 0 Jahre | 3 (11,1%) | 2 (8,3%) | 1 (8,3%) | 0 (0,0%) |
| <3 Jahre | 3 (11,1%) | 1 (25,0%) | 3 (25,0%) | 0 (0,0%) |
| 3-7 Jahre | 9 (33,3%) | 4 (25,0%) | 3 (25,0%) | 2 (66,7%) |
| > 7 Jahre | 12 (44,4%) | 6 (41,7%) | 5 (41,7%) | 1 (33,3%) |

Tabelle 23: Demographische Merkmale der Stichprobe.

6.2.2 Gründe für Nichtteilnahme

Die Analyse der Gründe für eine Nichtteilnahme an der Befragung zeigt, dass der überwiegende Teil der VC-Gesellschaften (55,2%) aufgrund mangelnder Zeit oder mangelndem Interesse eine Teilnahme an der Befragung ablehnte. Sechs VC-Gesellschaften (20,7%) begründeten ihre Absage damit, dass sie aufgrund der Vielzahl der Anfragen generell nicht mehr an Befragungen, mit Ausnahme von Befragungen von Mitgliedsverbänden wie dem BVK, teilnehmen. Zwei VC-Gesellschaften (6,9%) begründeten ihre Nichtteilnahme damit, dass sie noch nicht über Investorenerfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor verfügten und sich daher außerstande sahen, an einer Befragung zu diesem Thema teilzunehmen. Die Erläuterung, dass die Befragung auch genau diese VC-Gesellschaften mit einbeziehen möchte, konnte die Teilnehmer nicht überzeugen.⁷⁵⁷ Bei weiteren vier VC-Gesellschaften (13,8%) konnte kein Kontakt mit dem Investment Manager aufgenommen werden, sodass keine Begründung für die Nichtteilnahme vorliegt.⁷⁵⁸ Eine Absage (3,4%) erfolgte ohne Begründung.

| Begründung | Anzahl | Prozent |
|--|--------|---------|
| Keine Zeit, kein Interesse | 16 | 55,2% |
| Prinzipiell keine Teilnahme an Befragungen | 6 | 20,7% |
| Keine Investorenerfahrung im EE-Sektor | 2 | 6,9% |
| Keine Rückmeldung | 4 | 13,8% |
| Unklar, keine Begründung | 1 | 3,4% |
| Gesamt | 29 | 100,0% |

Tabelle 24: Gründe für Nichtteilnahme.

6.2.3 Analyse des Nicht-Antwort-Verhaltens

Die Nichtteilnahme von Befragten einer Stichprobe kann zu Verzerrungen in den Befragungsergebnissen führen, wenn die Teilnahmebereitschaft über wesentliche demografische Merkmale der Befragten hinweg ungleich verteilt ist. Um festzustellen, ob bei der hier durchgeführten Befragung eine solche Verzerrung vorliegen könnte, werden die wesentlichen demografischen Merkmale der Teilnehmer mit denen der Grundgesamtheit verglichen.⁷⁵⁹

⁷⁵⁷ Da beide Absagen bereits bei der ersten Kontaktaufnahme, also noch vor Versendung des Fragebogens, erfolgten, kann ausgeschlossen werden, dass inhaltliche Aspekte des Fragebogens bzw. der Befragung für die Absage ausschlaggebend waren.

⁷⁵⁸ In diesen Fällen konnte nur schriftlich per Email eine Kontaktanfrage gestellt werden, die dann trotz schriftlichen Follow-ups ebenfalls unbeantwortet blieb.

⁷⁵⁹ Da in dem vorliegenden Fall die Grundgesamtheit nicht präzise bestimmt werden kann, vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 6.1.1, werden die Merkmale der Befragten mit denen der Stichprobe, den 60 identifizierten BVK-Mitgliedern, verglichen.

Abbildung 28 zeigt, inwieweit sich die Zusammensetzung der Menge der Befragten von der Grundgesamtheit bzgl. des Investoren-Typs unterscheidet. Die Abbildung zeigt, dass unternehmensinterne VC-Gesellschaften (CVC) leicht überproportional vertreten sind. Von den vier identifizierten CVCs haben drei an der Befragung teilgenommen. Öffentliche VC-Gesellschaften sind entsprechend ihrer Verteilung in der Grundgesamtheit vertreten, während unabhängige VC-Gesellschaften leicht unterrepräsentiert sind. Insgesamt liegt jedoch bei der Gruppe der Befragten gegenüber der Grundgesamtheit, gemessen an der Verteilung nach Investoren-Typ nur eine geringe Verzerrung vor.

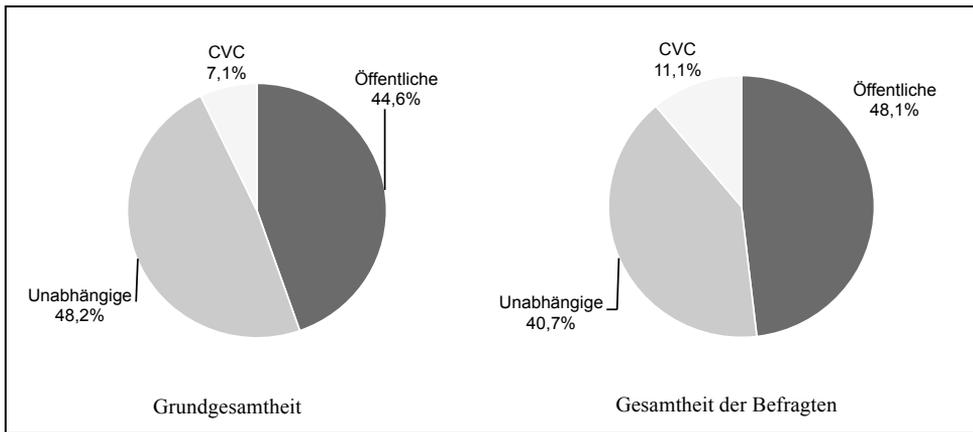


Abbildung 28: Vergleich von Grundgesamtheit und Gesamtheit der Befragten nach Investoren-Typ.

Nachfolgend wird die Verteilung der wesentlichen demografischen Merkmale für die drei unterschiedlichen Gruppen (1) Grundgesamtheit, (2) Gesamtheit der Befragten und (3) Gesamtheit der Nichtbefragten tabellarisch dargestellt.⁷⁶⁰

⁷⁶⁰ Vgl. Tabelle 25.

| | Grundgesamtheit | Befragte | Nichtbefragte |
|---|-----------------|--------------|---------------|
| Anzahl VC-Gesellschaften | 56 (100,0%) | 27 (48,2%) | 29 (51,8%) |
| davon | | | |
| öffentliche VCGs | 25 (44,6%) | 13 (48,1%) | 12 (41,4%) |
| unabhängige VCGs | 27 (48,2%) | 11 (40,7%) | 16 (55,2%) |
| unternehmensint. VCGs | 4 (7,1%) | 3 (11,1%) | 1 (3,4%) |
| Ø Verwaltetes Fondsvolumen pro VC-G. ⁷⁶¹ | 148,2 Mio. € | 145,8 Mio. € | 150,4 Mio. € |
| davon | | | |
| öffentliche VCGs | 124,4 Mio. € | 124,8 Mio. € | 123,9 Mio. € |
| unabhängige VCGs | 143,1 Mio. € | 99,1 Mio. € | 173,4 Mio. € |
| unternehmensint. VCGs | 331,3 Mio. € | 408,3 Mio. € | 100,0 Mio. € |
| Anzahl VC-Investments im EE-Sektor | | | |
| - gesamt | 272 (100,0%) | 194 (71,3%) | 78 (28,7%) |
| - Ø pro VC-Fonds | 4,8 | 7,2 | 2,6 |
| Investmenterfahrung (des Fonds) | | | |
| 0 Jahre | 8 (14,3%) | 3 (11,1%) | 5 (17,2%) |
| <3 Jahre | 10 (17,9%) | 3 (11,1%) | 7 (24,1%) |
| 3-7 Jahre | 19 (33,9%) | 9 (33,3%) | 10 (34,5%) |
| > 7 Jahre | 19 (33,9%) | 12 (44,4%) | 7 (24,1%) |
| Investmentfokus (Sektor) | | | |
| kein Fokus | 21 (37,5%) | 9 (33,3%) | 12 (41,4%) |
| u.a. EE-Sektor | 30 (53,6%) | 15 (55,6%) | 15 (51,7%) |
| nur EE-Sektor | 4 (7,1%) | 2 (7,4%) | 2 (6,9%) |
| Investmentfokus (Phase) | | | |
| kein Fokus | 6 (10,7%) | 5 (18,5%) | 1 (3,4%) |
| u.a. Seed/Start-up | 33 (58,9%) | 15 (55,6%) | 18 (62,1%) |
| nur Seed/Start-up | 17 (30,4%) | 7 (25,9%) | 10 (34,5%) |

Tabelle 25: Vergleich der Grundgesamtheit mit der Gesamtheit der Befragten und der Nichtbefragten.

⁷⁶¹ Zu acht der nicht an der Befragung teilnehmenden VC-Gesellschaften konnten keine Angaben zur Kapitalausstattung der Fonds ermittelt werden.

Verwaltetes Fondsvolumen

Bei dem durch die VC-Gesellschaften verwalteten Kapital fällt auf, dass die Befragten unabhängigen VC-Gesellschaften im Durchschnitt mit 99,1 Mio. Euro nur halb so viel Kapital verwalteten wie die nichtbefragten unabhängigen VC-Gesellschaften. Die Angaben zu den Fondsvolumina sind allerdings nur ein ungefährender Indikator für die Größe der VC-Gesellschaft, da häufig mehrere Fonds mit unterschiedlichen Investmentstrategien verwaltet werden. Fonds, die sich auf klassische Private Equity Themen, wie bspw. Übernahme durch das Management, fokussieren sind in der Regel mit deutlich mehr Kapital ausgestattet als reine Frühphasen VC-Investmentfonds. Der Unterschied im verwalteten Fondsvolumen ist bei den unternehmensinternen VC-Gesellschaften nicht wirklich aussagekräftig, da es sich mit nur vier VC-Gesellschaften insgesamt nur um eine geringe Anzahl von VC-Gesellschaften handelt.

Investmentenerfahrung – Anzahl durchgeführte Investitionen

Insgesamt entfallen auf die befragten VC-Gesellschaften mit 194 VC-Investitionen 71,3 Prozent der gesamten VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Die nichtbefragten VC-Gesellschaften kommen nur auf 78 (28,7%) dieser Investitionen. Bei diesen Zahlen ist allgemein zu berücksichtigen, dass es zu Doppel- bzw. Mehrfachzählungen kommen kann, wenn sich mehrere VC-Gesellschaften zusammen an Unternehmen beteiligen. Die Zahlen zeigen aber deutlich, dass ein Großteil der aktiv am Markt tätigen VC-Gesellschaften an der Befragung teilgenommen haben und die befragten VC-Gesellschaften somit tendenziell eine größere Investmentenerfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor haben als die Grundgesamtheit der VC-Gesellschaften.⁷⁶²

Investmentenerfahrung – Zeitraum der Investmenttätigkeit

Diese Interpretation wird durch die Analyse der zeitlichen Investmentenerfahrung bestätigt. 12 der befragten VC-Gesellschaften (44,4%) verfügen über eine Investmentenerfahrung von mehr als 7 Jahren, während dies nur bei 7 (24,1%) der nichtbefragten VC-Gesellschaften der Fall ist.

Investmentfokus

Bzgl. des Investmentfokus der befragten VC-Gesellschaften ist weder bei der bevorzugten Investmentphase noch bei dem bevorzugten Investmentsektor eine größere Abweichung zwischen den befragten VC-Gesellschaften und der Grundgesamtheit zu erkennen.

⁷⁶² Dieses Ergebnis ist tendenziell zu erwarten, da VC-Gesellschaften, die kein Interesse am Erneuerbare-Energien-Sektor haben, tendenziell bereits die Anfrage zur Teilnahme abgelehnt haben. Vgl. Abschnitt 6.2.2. Eine alternative Erklärung könnte sein, dass die Befragten im Interview tendenziell höhere bzw. zu hohe Angaben zur Investmentenerfahrung gemacht haben, um gegenüber dem Befragter als besonders kompetent oder wichtig zu erscheinen.

Fazit

Die Analyse des Nicht-Antwort-Verhaltens zeigt hinsichtlich der demographischen Merkmale insgesamt nur geringe Abweichungen zwischen den beiden Gruppen der Befragten und der Nicht-Befragten. Es ist daher nicht zu erwarten, dass die Ergebnisse kein repräsentatives Bild der Grundgesamtheit liefern.

6.3 Auswertung der Daten

Nachdem die Zusammensetzung der Stichprobe einführend dargestellt wurde, werden im nächsten Schritt die erhobenen Daten empirisch ausgewertet. Hierbei werden zuerst die in Abschnitt 5.4.1 definierten vier formativen Konstrukte überprüft, da sie für die anschließende Überprüfung der Hypothesen von zentraler Bedeutung sind. Im Anschluss daran werden dann die in Abschnitt 4.4 hergeleiteten Hypothesen mit Hilfe der im vorigen Kapitel 5 skizzierten statistischen Methoden überprüft.

6.3.1 Prüfung der formativen Konstrukte

Bei den vier in dieser Studie verwendeten Konstrukten handelt es sich um formativ spezifizierte Konstrukte mit jeweils vier Indikatoren (vgl. Abbildung 29).

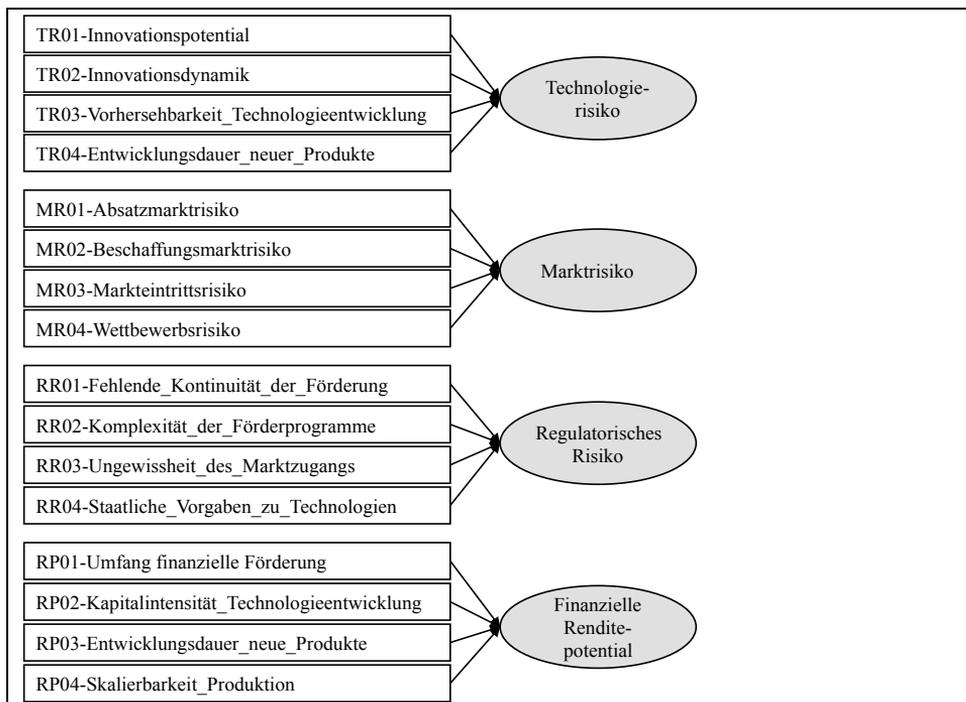


Abbildung 29: Die vier formativ spezifizierten Konstrukte.

Um die Qualität der Konstruktspezifizierung zu überprüfen, werden die Indikatoren zuerst jeweils auf Kollinearität und Validität hin überprüft.⁷⁶³ Da die Identifizierung der Konstrukte durch die zusätzliche Globalabfrage gesichert ist, können die formativen Konstrukte mit Hilfe der multiplen linearen Regression überprüft werden.⁷⁶⁴

6.3.1.1 Überprüfung des Konstrukts Technologierisiko

Die Betrachtung der Durchschnittswerte der vier Indikatoren zeigt, dass die VC-Investoren sowohl das Innovationspotential ($\bar{X} = 3,78$) als auch die Entwicklungsdauer ($\bar{X} = 4,07$) im Erneuerbare-Energien-Sektor als eher hoch einschätzen, während die Innovationsdynamik ($\bar{X} = 3,19$) und die Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung ($\bar{X} = 3,04$) als eher mittelmäßig eingestuft werden. Das Technologierisiko selbst wird mit einem Durchschnitt von 3,56 als erhöht, aber nicht als wirklich hoch eingeschätzt (vgl. Abbildung 30).

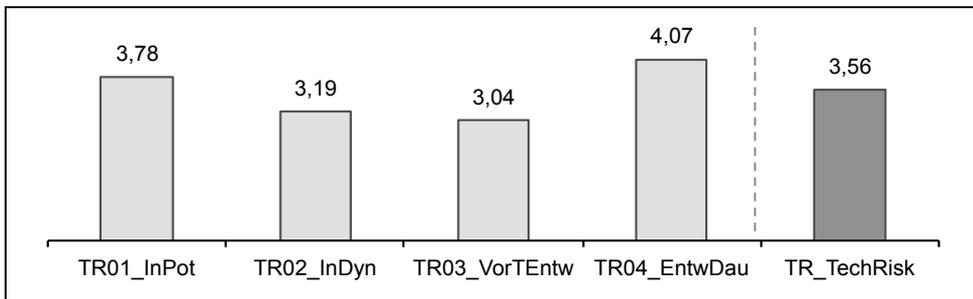


Abbildung 30: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Technologierisiko.

Die Regressionsanalyse des Konstrukts Technologierisiko in Tabelle 26 zeigt, dass nur zwei der vier Indikatoren, »Innovationsdynamik« (TR02) und »Entwicklungsdauer neuer Produkte« (TR04) auch statistisch signifikant zum wahrgenommenen Technologierisiko von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor beitragen. Das erreichte Signifikanzniveau kann für den Indikatoren TR02 mit $\alpha < 5\%$ als gut und für den Indikator TR04 mit $\alpha < 1\%$ als sehr gut bezeichnet werden.

Der Indikator TR01, Innovationspotential, scheidet knapp an der niedrigsten Schwelle, ab der bei einem gewählten Signifikanzniveau von $\alpha = 10\%$ noch von statistischer Signifikanz gesprochen werden kann. Der Regressionskoeffizient dieses knapp nicht signifikanten Indikators TR01 weist, anders als in der Operationalisierung in Abschnitt 5.4.1.1. vermutet, ein positives Vorzeichen auf. Das Innovationspotential innerhalb des Erneuerbare-Energien-Sektors wird hier also zum wahrgenommenen Technologierisiko beitragen, anstatt es zu verringern. Eine mögliche Erklärung für

⁷⁶³ Die Konstruktvalidität wird im Rahmen der Hypothesenüberprüfung im nachfolgenden Abschnitt im Kontext der Hypothesenüberprüfung bestimmt. Für die Reliabilität der Konstruktmessung stehen, wie in Abschnitt 5.2.4.2.2 ausgeführt, keine praktikablen Methoden zur Verfügung.

⁷⁶⁴ Vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 5.2.3.

dieses Ergebnis könnte sein, dass VC-Investoren, die das Innovationspotential als hoch einschätzen, dies neben einer Chance für die eigenen Beteiligungsunternehmen auch als Risiko sehen, da sich den Wettbewerbern ebenfalls mehr Möglichkeiten für technologische Innovationen bieten und dies den Technologiewettbewerb verstärkt.

| Abhängige Variable: Technologierisiko (TR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Ef- fektg.(f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C _{TR} | -0,414 | 1,016 | -- | 0,687 | -- | -- | -- | -- |
| Innovationspotential | TR01 | 0,254 | 0,150 | 0,254 | 0,104 | 1,245 | 0,052 | 0,131 | 57,0% |
| Innovationsdynamik | TR02 | 0,260 | 0,123 | 0,338 | 0,047 | 1,433 | 0,080 | 0,200 | 73,0% |
| Vorhersehbarkeit Technologieentwicklung | TR03 | -0,031 | 0,117 | -0,044 | 0,792 | 1,499 | 0,001 | 0,003 | 11,4% |
| Entwicklungsdauer neuer Produkte | TR04 | 0,559 | 0,137 | 0,589 | 0,000 | 1,161 | 0,299 | 0,755 | 99,7% |

Modell F = 8,398; Signifikanz p = 0,000
 Modell R² = 0,604; Modell R² adj. = 0,532
 Durbin-Watson = 1,757
 Effektgröße f² = 1,53; Implizite Teststärke (1-β) = 99,9% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 26: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Technologierisiko.

Der Indikator TR03, die Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung weist mit Abstand die geringste implizite Signifikanz auf (p = 0,792), er trägt also aus statistischer Sicht nicht signifikant zum Technologierisiko mit bei. Es fällt allerdings auf, dass der Indikator, genau wie der Indikator »Innovationsdynamik« mit 1,499 einen etwas erhöhten VIF aufweist.⁷⁶⁵ Auch wenn dieser Wert noch kein Anzeichen für Multikollinearität ist, bietet es sich an, die Korrelation der Indikatoren untereinander zu überprüfen. Die Korrelationstabelle zeigt, dass die beiden signifikanten Indikatoren TR01 und TR04 sehr hoch und die beiden Indikatoren TR02 und TR03 nur mit mittlerer Stärke und auch nicht statistisch signifikant ($\alpha < 10\%$) mit dem Technologierisiko korrelieren. Dafür korrelieren die beiden letzteren Indikatoren, »Innovationsdynamik« und »Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung«, sehr hoch negativ (-0,523) und sehr signifikant ($\alpha < 1\%$) miteinander. Aufgrund dieser hohen Korrelation kann die Regressionsanalyse die beiden Indikatoren inhaltlich nur unzureichend getrennt abbilden. Dies würde die schwache Signifikanz (p = 0,792) des Indikators TR03 in der Regressionsanalyse erklären.

⁷⁶⁵ In der Literatur wird erst ein VIF von > 10 als kritisch angesehen. Vgl. Abschnitt 5.2.4.2.1.

| Korrelationsmatrix: Prädiktoren des Technologierisikos (TR) | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | TR01 | TR02 | TR03 | TR04 | TR |
| Innovationspotential (TR01) | 1,000 | 0,152 (0,449) | -0,320 (0,104) | 0,306 (0,120) | 0,500 (0,008)*** |
| Innovationsdynamik (TR02) | 0,152 (0,449) | 1,000 | -0,523 (0,005)*** | -0,162 (0,420) | 0,304 (0,123) |
| Vorhersehbarkeit Technologieentwicklung (TR03) | -0,320 (0,104) | -0,523 (0,005)*** | 1,000 | -0,005 (0,981) | -0,305 (0,122) |
| Entwicklungsdauer neuer Produkte (TR04) | 0,306 (0,120) | -0,162 (0,420) | -0,005 (0,981) | 1,000 | 0,613 (0,001)*** |
| Technologierisiko (TR) | 0,500 (0,008)*** | 0,304 (0,123) | -0,305 (0,122) | 0,613 (0,001)*** | 1,000 |

Tabelle 27: Korrelationsmatrix der Prädiktoren: Technologierisiko.⁷⁶⁶

Inhaltlich lässt sich die hohe negative Korrelation nachvollziehen. Besteht in einem Technologiesektor eine hohe Innovationsdynamik mit einer Vielzahl neuer Innovationen, lässt sich die Technologieentwicklung insgesamt entsprechend schlecht vorhersehen. Andersherum gilt dieser Zusammenhang jedoch nicht; eine geringe Vorhersehbarkeit der Technologieentwicklung könnte auch andere Gründe als eine hohe Innovationsdynamik haben.

Die Gesamtbetrachtung der multiplen Regression in Tabelle 26 zeigt, dass die vier Indikatoren zusammen insgesamt 60,4 Prozent der beobachteten Varianz der unabhängigen Variable, dem wahrgenommenen Technologierisiko, erklären.⁷⁶⁷ Dieser Wert entspricht einer Effektgröße von 1,53 und ist als sehr hoch einzustufen. Die Varianzanalyse zeigt, dass das Modell einen signifikanten Erklärungsbeitrag zur Varianz der unabhängigen Variable leistet ($F = 8,398$, $p = 0,000$, $\alpha < 0,1\%$).

Anhand der standardisierten Regressionskoeffizienten in Tabelle 26 lässt sich der relative Beitrag der Prädiktoren zum Technologierisiko bewerten. Die »Entwicklungsdauer neuer Produkte« trägt mit einem standardisierten Regressionskoeffizienten von 0,589 aus Sicht der VC-Gesellschaften am stärksten zum Technologierisiko bei. Der Regressionskoeffizient ist fast doppelt so hoch wie der Koeffizient für die beiden anderen signifikanten Prädiktoren »Innovationsdynamik« (0,338) und »Innovationspotential« (0,254).

⁷⁶⁶ Die Signifikanz (p-Wert) der Korrelation wird in Klammern unterhalb der Korrelationskoeffizienten ausgewiesen. Unterschreitet der p-Wert das Signifikanzniveau $\alpha = 10\%$, wird das erreichte Signifikanzniveau wie folgt ausgewiesen: *** $\alpha < 1\%$; ** $\alpha < 5\%$; * $\alpha < 10\%$. Die Effektstärke ρ beträgt für den Korrelationskoeffizienten $> 0,33$ statistisch signifikant mit $\alpha \leq 10\%$ erkannt werden.

⁷⁶⁷ Eliminiert man den Indikator TR03 aufgrund der hohen negativen Korrelation mit dem Indikator TR02 – nicht aufgrund inhaltlicher Überlegungen – aus der Regressionsgleichung, so verringert sich die Erklärungseigenschaft des Regressionsmodells (R^2) nur leicht von 60,4 Prozent auf 60,3 Prozent (das R^2 adj. geht von 55,3 Prozent auf 55,1 Prozent zurück). Die Signifikanz der drei verbleibenden Indikatoren erhöht sich in diesem Fall nochmals, sodass jetzt auch der Indikator TR01 mit $\alpha < 10\%$ statistisch signifikant ist (vgl. Anhang 8.2).

Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der multiplen Regression, wie in Abschnitt 5.3.1.1 beschrieben, können als erfüllt angesehen werden. Während der Durbin-Watson-Test mit einem Wert von 1,757 gerade noch erlaubt, die Autokorrelation mit einem Signifikanzniveau von $\alpha < 5\%$ abzulehnen⁷⁶⁸, zeigt die Residualanalyse keine Hinweise darauf, dass die Variablen nicht normalverteilt sind oder die Streuung der Residuen nicht konstant ist.⁷⁶⁹

6.3.1.2 Überprüfung des Konstrukts Marktrisiko

Die Bewertung der Indikatoren für das Marktrisiko zeigt, dass die VC-Investoren das Markteintrittsrisiko mit einem Durchschnittswert von 3,96 am höchsten einschätzen, gefolgt von dem Wettbewerbsrisiko ($\bar{X} = 3,63$) und dem Absatzmarktrisiko ($\bar{X} = 3,37$) (vgl. Abbildung 31). Das Beschaffungsmarktrisiko hingegen wird mit einem Durchschnittswert von 2,81 als eher gering eingeschätzt. Das Marktrisiko wird insgesamt mit 3,70 als erhöht eingeschätzt.

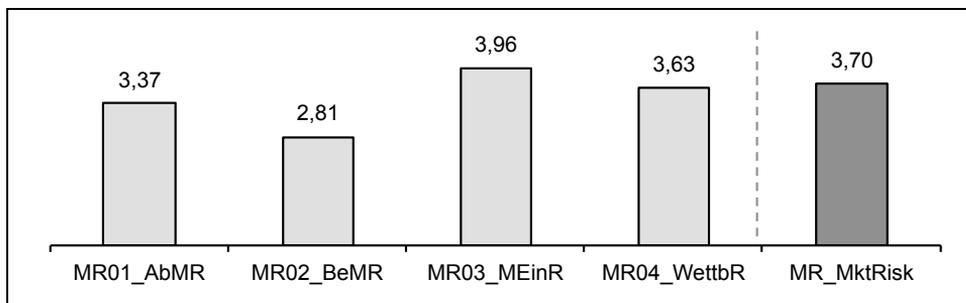


Abbildung 31: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Marktrisiko.

Die Ergebnisse der statistischen Überprüfung des Konstrukts Marktrisiko mittels Regressionsanalyse in Tabelle 28 zeigen, dass nur zwei der vier Indikatoren, das »Markteintrittsrisiko« (MR03) und das »Wettbewerbsrisiko« (MR04) statistisch signifikant zum wahrgenommenen Marktrisiko beitragen. Das Markteintrittsrisiko erreicht mit $\alpha < 1\%$ ein sehr hohes, das Wettbewerbsrisiko mit $\alpha < 5\%$ ein hohes statistisches Signifikanzniveau. Die beiden anderen Indikatoren, das »Absatzmarktrisiko« (MR01) und das »Beschaffungsmarktrisiko« (MR02), liegen knapp oberhalb des noch als signifikant angesehenen Signifikanzniveaus von $\alpha < 10\%$. Die Effektgröße der beiden Prädiktoren ist mit 0,097 für MR01 und 0,090 für MR02 zu gering, um in dem Kontext der vorliegenden Untersuchung noch als signifikant ($\alpha = 10\%$) gelten zu können.

⁷⁶⁸ Der kritische Wert bei dem noch angenommen werden kann, dass die Nullhypothese zutrifft und Autokorrelation nicht vorliegt, liegt bei 27 Fällen, 4 unabhängigen Variablen und einem Signifikanzniveau von $\alpha < 5\%$ bei einem Wert von 1,75. Der kritische Wert bei dem die Alternativhypothese, dass Autokorrelation vorliegt, angenommen werden muss, liegt bei 1,08. Vgl. Auermann und Rottmann (2010, S.704).

⁷⁶⁹ Die hierfür verwendeten Diagramme sind im Anhang 8.3 dargestellt.

Von den beiden als signifikant eingestuften Indikatoren leistet das Markteintrittsrisiko mit einem standardisierten Regressionskoeffizienten von 0,449 den größten Beitrag zum wahrgenommenen Marktrisiko. Das Wettbewerbsrisiko weist mit 0,382 einen etwas geringeren, aber immer noch hohen Regressionskoeffizienten auf. Hinweise auf Multikollinearität der Indikatoren liegen nicht vor, der VIF ist für alle Variablen nahe dem Wert eins.⁷⁷⁰

| Abhängige Variable: Marktrisiko (MR) | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C _{MR} | 0,361 | 0,903 | -- | 0,693 | -- | -- | -- | -- |
| Absatzmarktrisiko | MR01 | 0,158 | 0,108 | 0,209 | 0,158 | 1,063 | 0,041 | 0,097 | 47,2% |
| Beschaffungsmarktrisiko | MR02 | -0,141 | 0,100 | -0,212 | 0,173 | 1,174 | 0,038 | 0,090 | 44,7% |
| Markteintrittsrisiko | MR03 | 0,395 | 0,139 | 0,449 | 0,009 | 1,289 | 0,156 | 0,369 | 92,1% |
| Wettbewerbsrisiko | MR04 | 0,452 | 0,173 | 0,382 | 0,016 | 1,108 | 0,132 | 0,311 | 87,7% |

Modell F = 7,493; Signifikanz p = 0,001
 Modell R² = 0,577; Modell R² adj. = 0,500
 Durbin-Watson = 1,762
 Effektgröße f² = 1,36; Implizite Teststärke (1-β) = 99,9% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 28: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Marktrisiko.

In der Gesamtbetrachtung weist das adjustierte R² mit einem Wert von 50,0 Prozent darauf hin, dass die vier Prädiktoren einen relativ hohen Anteil der Varianz des wahrgenommenen Marktrisikos erklären können. Dieser für eine multiple Regressionsanalyse vergleichsweise hohe Erklärungsbeitrag ist außerdem statistisch mit einem Signifikanzwert von p = 0,001 hoch signifikant (α < 0,1%). Auch die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der multiplen Regression können als erfüllt angesehen werden: Der Durbin-Watson-Test gibt mit einem Wert von 1,762 keinen Hinweis auf Autokorrelation und es finden sich in der Residualanalyse keine Anzeichen auf eine nicht normale Verteilung der Variablen oder Heteroskedastizität der Residuen.⁷⁷¹

6.3.1.3 Überprüfung des Konstrukts Regulatorisches Risiko

Bei den Indikatoren für das Regulatorische Risiko erhält der erste Indikator, die »Ungewissheit der Förderung« (RR01) mit einem durchschnittlichen Wert von 3,85 von den VC-Investoren die höchste Einschätzung aller vier Indikatoren (vgl. Abbildung 32). Diese hohe Einschätzung überrascht etwas, da zumindest in Deutschland mit dem EEG ein relativ langfristiger Plan zur Förderung Erneuerbarer-Energie-Technologien besteht und die Ungewissheit bezüglich Fördermaßnahmen daher eigentlich eher

⁷⁷⁰ Die Korrelationsmatrix der einzelnen Indikatoren weist auch keine hohe (> 0,4) oder signifikante (α < 5%) Korrelation der Indikatoren untereinander auf.

⁷⁷¹ Vgl. Diagramme in Anhang 8.4.

gering sein könnte. In den Interviews machten einige der Befragten die Anmerkung, dass ihre Einschätzung des regulatorischen Risikos im Kontext des europäischen Marktes erfolgt. Hier kam es in der Vergangenheit zu einer Reihe unerwartet starker, teils rückwirkender Anpassungen der Förderinstrumente, wie z.B. in Spanien bei der Förderung der Photovoltaik und der Hochtemperatur-Solarthermie, die sich stark auf die Attraktivität der betroffenen Märkte ausgewirkt hat.⁷⁷² Dies könnte zu der hohen Einschätzung der »Ungewissheit der Förderung« beigetragen haben.

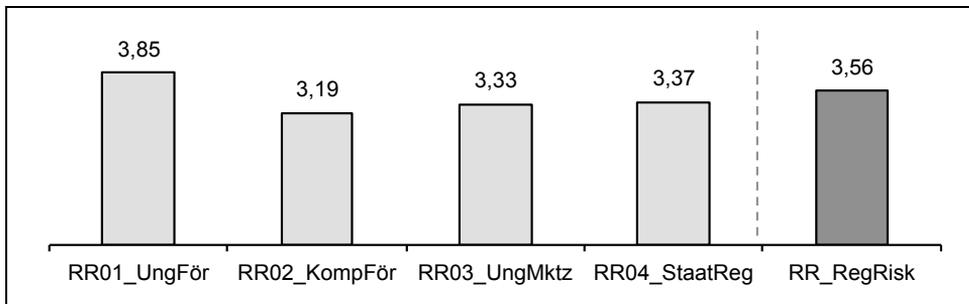


Abbildung 32: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Regulatorische Risiko

Die anderen drei Indikatoren, die Komplexität der Förderprogramme ($\bar{O} = 3,19$), die Ungewissheit über den Marktzugang ($\bar{O} = 3,33$) oder die staatlichen Regularien zu Technologien ($\bar{O} = 3,37$) wurden als leicht erhöht eingestuft. Das regulatorische Risiko insgesamt wurde mit einem durchschnittlichen Wert von 3,56 als erhöht bewertet. Die Regressionsanalyse zeigt, dass die ersten beiden Indikatoren, die Ungewissheit und die Komplexität der Förderung beide sehr signifikant ($\alpha < 1\%$) zum regulatorischen Risiko beitragen. Der dritte statistisch signifikante Indikator, »Ungewissheit des Marktzugangs«, kann nur bei einem Signifikanzniveau von $\alpha < 10\%$ noch als signifikant bewertet werden. »Staatliche Regulierung« wird in der Regressionsanalyse hingegen nicht als signifikanter Indikator identifiziert. Hinweise auf Multikollinearität der Indikatoren liegen nicht vor, der VIF ist für alle Variablen nahe dem Wert eins und damit unauffällig. Die standardisierten Regressionskoeffizienten zeigen auch, dass die »Ungewissheit der Förderung« mit einem Wert von 0,666 am stärksten zum wahrgenommenen regulatorischen Risiko beiträgt. Die »Komplexität der Förderprogramme« (0,422) sowie die »Ungewissheit Marktzugang« (0,218) tragen in einem geringeren Umfang zum regulatorischen Risiko bei. Die Modellzusammenfassung in Tabelle 29 zeigt, dass das Regressionsmodell mit einem korrigierten R^2_{adj} von 0,635 einen vergleichsweise hohen Erklärungsbeitrag zum regulatorischen Risiko liefert. Die Varianzanalyse zeigt, dass das Modell mit einem F-Wert von 12,298 insgesamt einen signifikanten Erklärungsbeitrag zur Varianz der unabhängigen Variable leistet

⁷⁷² Vgl. Müller (2013) und Sommer (2013).

($\alpha < 0,1\%$).⁷⁷³ Darüber hinaus liegen keine Hinweise auf eine Verletzung der Voraussetzung zur Durchführung der multiplen Regressionsanalyse vor.⁷⁷⁴

| Abhängige Variable: Regulatorisches Risiko (RR) | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C _{RR} | 0,292 | 0,550 | -- | 0,608 | -- | -- | -- | -- |
| Ungewissheit der Förderung | RR01 | 0,470 | 0,087 | 0,666 | 0,000 | 1,094 | 0,404 | 1,311 | 100,0% |
| Komplexität der Förderprogramme | RR02 | 0,331 | 0,094 | 0,422 | 0,002 | 1,015 | 0,176 | 0,568 | 98,4% |
| Ungewissheit Markt-zugang | RR03 | 0,143 | 0,078 | 0,218 | 0,081 | 1,008 | 0,047 | 0,152 | 62,4% |
| Staatliche Regularien zu Technologien | RR04 | -0,023 | 0,097 | -0,030 | 0,813 | 1,094 | 0,001 | 0,003 | 11,1% |

Modell F = 12,298; Signifikanz p = 0,000
 Modell R² = 0,691; Modell R² adj. = 0,635
 Durbin-Watson = 1,522
 Effektgröße f² = 2,236 ; Implizite Teststärke (1- β) = 100,0% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 29: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Regulatorisches Risiko.

6.3.1.4 Überprüfung des Konstrukts Finanzielles Renditepotential

Bei dem vierten Konstrukt, dem finanziellen Renditepotential, wurden die ersten drei Indikatoren, der Umfang der Förderung ($\emptyset = 3,96$), die Kapitalintensität der Entwicklung ($\emptyset = 4,22$) und die Entwicklungsdauer neuer Produkte ($\emptyset = 4,07$) von den Befragten als hoch eingeschätzt, während die Skalierbarkeit der Produktion ($\emptyset = 2,85$) als vergleichsweise niedrig eingeschätzt wurde.⁷⁷⁵ Insgesamt bewerteten die VC-Investoren die finanzielle Rendite mit einem Durchschnittswert von 3,04 für den Erneuerbare-Energien-Sektor nur als mittelmäßig (vgl. Abbildung 33).

⁷⁷³ Die Anzahl der Freiheitsgrade ist bei diesem Regressionsmodell mit 21, verglichen mit den anderen Regressionsmodellen, um eins verringert, da ein Befragter keine Angaben zum regulatorischen Risiko gemacht hat. Es wurde diesbezüglich keine Anpassung der Daten vorgenommen.

⁷⁷⁴ Der Durbin-Watson-Wert beträgt 1,522 und ist somit knapp nicht aussagekräftig. Die Residualanalyse liefert keine Hinweise auf eine nicht-normale Verteilung der Variablen oder Heteroskedastizität der Residuen. Vgl. Abbildung 62 in Anhang 8.5.

⁷⁷⁵ Der Indikator FR 03, »Entwicklungsdauer neuer Produkte« wird mit \emptyset 4,07 exakt gleich hoch eingeschätzt wie der Indikator TR04, »Entwicklungsdauer neuer Produkts« im Kontext des Technologierisikos. Die Überprüfung zeigt, dass die Korrelation der beiden Indikatoren FR03 und TR04 hoch und signifikant ($r = 0,471$, $p = 0,013$) aber < 1 und somit nicht ganz exakt ist.

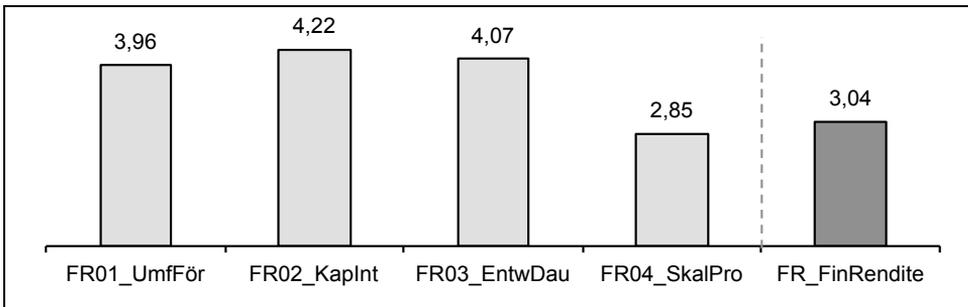


Abbildung 33: Durchschnittliche Bewertung von Indikatoren und Konstrukt: Finanzielles Renditepotential.

Die Analyse der Regressionskoeffizienten in Tabelle 30 zeigt etwas überraschend, dass nur die beiden Indikatoren »Entwicklungsdauer neuer Produkte« (FR03) und »Skalierbarkeit der Produktion« (FR04) statistisch signifikant zum finanziellen Renditepotential beitragen. Die »Entwicklungsdauer neuer Produkte« erreicht mit einem Signifikanzwert von $p = 0,067$ nur ein geringes Signifikanzniveau ($\alpha < 10\%$) während die »Skalierbarkeit der Produktion« mit einem Signifikanzwert von $p = 0,007$ ein sehr hohes Signifikanzniveau erreicht ($\alpha < 1\%$). Weder der Prädiktor FR01, »Umfang der finanziellen Förderung«, mit einem Signifikanzwert von $p = 0,196$ noch der Prädiktor FR02, »Kapitalintensität der Technologieentwicklung«, mit einem Signifikanzwert von $p = 0,746$, sind aus statistischer Sicht ausreichend signifikant ($\alpha < 10\%$), um die Nullhypothese zu widerlegen. Allerdings weisen die beiden Prädiktoren FR02 und FR03 einen etwas erhöhten VIF auf, sodass hier möglicherweise eine Korrelation zwischen den beiden Indikatoren vorliegt, die eine nähere Betrachtung erforderlich macht.⁷⁷⁶

| Abhängige Variable: Finanzielles Renditepotential (FR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C _{FR} | 4,006 | 1,150 | -- | 0,002 | -- | -- | -- | -- |
| Umfang finanzielle Förderung | FR01 | -0,199 | 0,149 | -0,212 | 0,196 | 1,087 | 0,041 | 0,081 | 41,6% |
| Kapitalintensität der Technologieentwicklung | FR02 | 0,073 | 0,221 | 0,067 | 0,746 | 1,785 | 0,003 | 0,005 | 12,1% |
| Entwicklungsdauer neuer Produkte | FR03 | -0,363 | 0,188 | -0,396 | 0,067 | 1,822 | 0,086 | 0,168 | 66,3% |
| Skalierbarkeit der Produktion | FR04 | 0,348 | 0,116 | 0,487 | 0,007 | 1,139 | 0,209 | 0,407 | 94,1% |

Modell F = 5,250; Signifikanz $p = 0,004$
 Modell R² = 0,488; Modell R²adj. = 0,395
 Durbin-Watson = 1,819
 Effektgröße f² = 0,953 ; Implizite Teststärke (1- β) = 98,8% (n = 27, $\alpha = 0,1$)

Tabelle 30: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential.

⁷⁷⁶ Vgl. hierzu die Korrelationsmatrix in Tabelle 31.

Die Korrelationsanalyse in Tabelle 31 bestätigt, dass FR02 und FR03 sehr hoch ($r = 0,635$) und sehr signifikant ($\alpha < 1\%$) miteinander korrelieren. Die hohe Korrelation führt dazu, dass die Regressionsanalyse den jeweiligen Erklärungsbeitrag der beiden Prädiktoren nicht ausreichend trennen und abbilden kann. Auf eine Elimination des Prädiktors wird an dieser Stelle aufgrund sachlogischer Überlegungen verzichtet.⁷⁷⁷

| Korrelationsmatrix: Prädiktoren des Finanziellen Renditepotentials (FR) | | | | | |
|---|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | FR01 | FR02 | FR03 | FR04 | FR |
| Umfang finanzielle Förderung (FR01) | 1,000 | -0,258 (0,194) | -0,111 (0,583) | 0,128 (0,526) | -0,123 (0,540) |
| Kapitalintensität der Technologieentwicklung (FR02) | -0,258 (0,194) | 1,000 | 0,635 (0,000)*** | -0,213 (0,286) | -0,234 (0,240) |
| Entwicklungsdauer neuer Produkte (FR03) | -0,111 (0,583) | 0,635 (0,000)*** | 1,000 | -0,336 (0,086)* | -0,494 (0,009)*** |
| Skalierbarkeit der Produktion (FR04) | 0,128 (0,526) | -0,213 (0,286) | -0,336 (0,086)* | 1,000 | 0,579 (0,002)*** |
| Finanzielles Renditepotential (FR) | -0,123 (0,540) | -0,234 (0,240) | -0,494 (0,009)*** | 0,579 (0,002)*** | 1,000 |

Tabelle 31: Korrelationsmatrix der Prädiktoren: Finanzielles Renditepotential.⁷⁷⁸

Inhaltlich lässt sich die hohe Korrelation der beiden Indikatoren nachvollziehen. Eine lange Entwicklungsdauer neuer Produkte führt, wenn auch nicht zwangsläufig, tendenziell dazu, dass für die Technologieentwicklung insgesamt mehr Kapital benötigt wird. Insgesamt betrachtet, liefert das Regressionsmodell mit einem korrigierten R^2_{adj} von 0,395 einen nicht ganz so hohen, aber immer noch akzeptablen Erklärungsbeitrag zur Varianz der abhängigen Variable, dem finanziellen Renditepotential von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Auf Grundlage des Durbin-Watson-Tests (1,819) lässt sich eine Autokorrelation der Residuen mit hoher statistischer Signifikanz ($\alpha < 5\%$) ausschließen. Es finden sich in der Residualanalyse auch keine Anzeichen auf eine nicht normale Verteilung der Variablen oder auf Heteroskedastizität der Residuen.⁷⁷⁹

Der erste Indikator, FR01, der »Umfang der finanziellen Förderung« verdient an dieser Stelle eine gesonderte Betrachtung. Mit einer durchschnittlichen Bewertung von 3,96 bewerten die befragten VC-Investoren den Umfang der finanziellen Förderung

⁷⁷⁷ Wird der Indikator FR02 eliminiert, erhöht sich die Signifikanz der drei verbleibenden Indikatoren, wobei FR01 weiterhin nicht signifikant ist. Das R^2_{adj} steigt von 0,395 auf 0,419. Vgl. Tabelle 70 in Anhang 8.6.

⁷⁷⁸ Die Signifikanz (p-Wert) der Korrelation wird in Klammern unterhalb der Korrelationskoeffizienten ausgewiesen. Unterschreitet der p-Wert das Signifikanzniveau $\alpha = 10\%$, wird das erreichte Signifikanzniveau, wie folgt, ausgewiesen: *** = $\alpha < 1\%$; ** = $\alpha < 5\%$; * = $\alpha < 10\%$. Die Effektstärke p beträgt für den Korrelationstest bei einer Teststärke von 70 Prozent in dieser Studie 0,33 (vgl. Tabelle 22), sodass nur Korrelationskoeffiziente $> 0,33$ statistisch signifikant mit $\alpha \leq 10\%$ erkannt werden.

⁷⁷⁹ Vgl. Abbildung 63 in Anhang 8.7.

insgesamt als vergleichsweise hoch. Die Korrelationsanalyse in Tabelle 31 zeigt allerdings, dass der Indikator nur in geringem Umfang und nicht signifikant mit dem wahrgenommenen finanziellen Renditepotential korreliert ($r = -0,123$; $p = 0,540$). Die Korrelations- und Regressionsanalysen deuten tendenziell sogar auf eine leichte negative Korrelation des Prädiktors mit der abhängigen Variable hin. Die Erklärung, dass eine hohe finanzielle Förderung zu einer geringen finanziellen Rendite führt, wäre allerdings sachlogisch falsch. Vielmehr wäre die Interpretation zutreffend, dass trotz einer hohen finanziellen Förderung das finanzielle Renditepotential von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor eher gering ist bzw. dass der hohe Umfang der finanziellen Förderung keinen signifikanten Einfluss auf die Einschätzung des finanziellen Renditepotentials durch die VC-Investoren hat. Ein aus den Ergebnissen der Regressionsanalyse hervorgehender Grund hierfür könnte unter anderem die lange Entwicklungsdauer neuer Produkte sowie die geringe Skalierbarkeit der Produktion der Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor sein. Zusammen mit dem dritten stark korrelierenden Indikator, »Kapitalintensität der Entwicklung«, dominieren sie die Wahrnehmung des finanziellen Renditepotentials durch die VC-Investoren und führen so zu einer insgesamt eher mittelmäßigen Einschätzung des Renditepotentials trotz einer hohen finanziellen Förderung.

6.3.1.5 Zwischenfazit Konstruktmessung

Vergleicht man die vier sektorspezifischen Einflussfaktoren, so zeigt sich, dass die befragten VC-Gesellschaften alle drei Risiken insgesamt höher einschätzen als das finanzielle Renditepotential von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor (vgl. Abbildung 34). Dieses Ergebnis kann als ein erster, wenn auch nur indikativer Hinweis darauf gewertet werden, dass das sektorspezifische Risiko-Rendite-Verhältnis aus Sicht der VC-Gesellschaften für den Erneuerbare-Energien-Sektor tendenziell unattraktiv ist.⁷⁸⁰

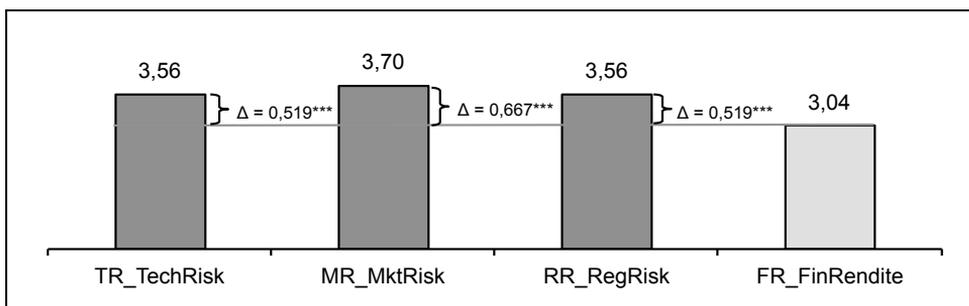


Abbildung 34: Einschätzung der sektorspezifischen Einflussfaktoren.

⁷⁸⁰ Die statistische Überprüfung dieser Hypothese erfolgt im folgenden Abschnitt.

Mit Hilfe des t-Tests für verbundene Stichproben lassen sich die beobachteten Differenzen der Mittelwerte auf statistische Signifikanz hin untersuchen. Die Ergebnisse in Tabelle 32 zeigen, dass die höhere Einschätzung der Risikofaktoren im Vergleich zum finanziellen Renditepotential durch die VC-Gesellschaften für alle drei Vergleiche statistisch signifikant ($\alpha < 1\%$) ist.

| Variable | Mittelwert | Std. Dev. | Korrel. (r) | Differenzen | | | | | |
|-------------------|------------|-----------|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|--|
| | | | | Mittelwert | Std. Dev. | Signifikanz | Effektgröße | Teststärke | |
| Paar1 TR_TechRisk | 3,56 | 0,641 | 0,035 | 0,519 | 0,975 | 0,010 *** | 0,533 | 85,3% | |
| FR_FinRendite | 3,04 | 0,759 | | | | | | | |
| Paar2 MR_MktRisk | 3,70 | 0,669 | -0,432 ** | 0,667 | 1,209 | 0,008 *** | 0,546 | 86,8% | |
| FR_FinRendite | 3,04 | 0,759 | | | | | | | |
| Paar3 RR_RegRisk | 3,56 | 0,577 | -0,049 | 0,519 | 0,975 | 0,010 *** | 0,555 | 87,7% | |
| FR_FinRendite | 3,04 | 0,759 | | | | | | | |

Tabelle 32: Analyse der Mittelwertunterschiede.⁷⁸¹

Insgesamt konnte für 10 der 16 Indikatoren ein statistisch signifikanter Erklärungsbeitrag zu den vier Einflussfaktoren auf das sektorspezifische Risiko-Rendite-Verhältnis gefunden werden. Zwei Indikatoren wiesen zudem eine hohe Korrelation mit anderen Indikatoren auf, sodass sie innerhalb der Regressionsanalyse nicht verlässlich analysiert werden konnten. Für vier Indikatoren konnte die Nullhypothese, dass kein Zusammenhang zu einem der vier Konstrukte besteht, nicht mit der hierfür erforderlichen statistischen Signifikanz widerlegt werden. Tabelle 33 fasst die Ergebnisse der statistischen Analyse zusammen.

| Indikator | Bezeichnung | Ø-Wert | Std. Regk. | Kommentar |
|--------------------|---|--------|------------|--|
| Technologierisiko: | | | | |
| TR04 | Entwicklungsdauer neuer Produkte | 4,07 | 0,589 | *** |
| TR02 | Innovationsdynamik | 3,19 | 0,338 | ** |
| TR01 | Innovationspotential | 3,78 | 0,254 | * Signifikant nur bei Eliminierung von TR03 |
| TR03 | Vorhersehbarkeit Technologieentwicklung | 3,04 | -0,044 | Nicht signifikant, da hohe negative Korrelation mit TR02 |

⁷⁸¹ Das statistische Signifikanzniveau wird, wie folgt, ausgewiesen: *** $\alpha < 1\%$; ** $\alpha < 5\%$; * $\alpha < 10\%$.

| Indikator | Bezeichnung | Ø-Wert | Std. Regk. | Kommentar |
|--------------------------------|---|--------|------------|------------------------------------|
| Marktrisiko: | | | | |
| MR03 | Markteintrittsrisiko | 3,96 | 0,449 | *** |
| MR04 | Wettbewerbsrisiko | 3,63 | 0,382 | ** |
| MR01 | Absatzmarktrisiko | 3,37 | 0,209 | Nicht signifikant |
| MR02 | Beschaffungsmarktrisiko | 2,81 | -0,212 | Nicht signifikant |
| Regulatorisches Risiko: | | | | |
| RR01 | Ungewissheit Förderung | 3,85 | 0,666 | *** |
| RR02 | Komplexität der Förderprogramme | 3,19 | 0,422 | *** |
| RR03 | Ungewissheit Marktzugang | 3,33 | 0,218 | * |
| RR04 | Staatliche Regularien | 3,37 | -0,030 | Nicht signifikant |
| Finanzielles Renditepotential: | | | | |
| FR04 | Skalierbarkeit Produktion | 2,85 | 0,487 | *** |
| FR03 | Entwicklungsdauer neuer Produkte | 4,07 | -0,396 | * |
| FR01 | Umfang finanzielle Förderung | 3,96 | -0,212 | Nicht signifikant |
| FR02 | Kapitalintensität Technologieentwicklung | 4,22 | 0,067 | Hohe positive Korrelation mit FR03 |

Tabelle 33: Übersicht zu Bewertung und statistischer Signifikanz der Indikatoren.

Nachdem die Messungen der vier sektorspezifischen Risiko- und Renditefaktoren ausgewertet und die Ergebnisse dargestellt wurden, kann im nächsten Abschnitt damit begonnen werden, die in Abschnitt 4.4 formulierten Hypothesen zu überprüfen.

6.3.2 Überprüfung der Hypothesen zur Auswirkung sektorspezifischer Einflussfaktoren auf das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor

Die Messung der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren mit Hilfe formativer Konstrukte war eine Voraussetzung für die Beantwortung der im Rahmen der vorliegenden Arbeit aufgeworfenen Forschungsfragen. In einem ersten Schritt kann nun versucht werden, die Forschungsfrage 1 zu beantworten: Beeinträchtigen sektorspezifische Einflussfaktoren VC-Gesellschaften bei Investitionen in junge Technologiefirmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor? Hierfür werden die beiden Hypothesen 1-a und Hypothese 1-b, die sich mit den Auswirkungen sektorspezifischer Risiken und des sektorspezifischen Renditepotentials auf das Investitionsverhalten befassen, überprüft. Die beiden Hypothesen lauten:

Hypothese 1-a: Je höher die sektorspezifischen Risiken durch VC-Gesellschaften eingeschätzt werden, desto wahrscheinlicher ist eine Einschränkung ihres Investitionsverhaltens.

Hypothese 1-b: Je niedriger das sektorspezifische Renditepotential durch VC-Gesellschaften eingeschätzt wird, desto wahrscheinlicher ist eine Einschränkung ihres Investitionsverhaltens.

6.3.2.1 Binär logistische Regression

Die beiden Hypothesen werden mit Hilfe der binär-logistischen Regressionsanalyse überprüft.⁷⁸² Dabei fließen die vier Einflussfaktoren auf das sektorspezifische Risiko-Rendite-Verhältnis, die im vorigen Abschnitt analysiert wurden, als unabhängige Variablen in die Regressionsgleichung ein. Als abhängige Variable dient die Entscheidung der VC-Investoren, das Investitionsverhalten aufgrund ihrer Einschätzung des sektorspezifischen Risiko-Rendite-Verhältnisses anzupassen. Diese Variable wurde von den Befragten im Anschluss an die Einschätzung der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren als binäre Variable mit folgender Frage erhoben⁷⁸³:

Frage 6:

Hat ihre Einschätzung von Risiken und Rendite-Potential für den Erneuerbare-Energien-Sektor bzw. dessen Segmente Auswirkungen auf ihr Investmentverhalten?

ja, es erfolgt eine Anpassung des Investmentverhaltens

nein, es erfolgt keine Anpassung des Investmentverhaltens

Abbildung 35: Frage Nr. 6 zur Anpassung des Investitionsverhaltens.

Eine Schwierigkeit bei der Anwendung der logistischen Regression in der vorliegenden Konstellation liegt in der relativ geringen Fallzahl der an der Untersuchung teilnehmenden VC-Gesellschaften. In der Literatur wird als Voraussetzung für die Anwendung der binär-logistischen Regressionsanalyse eine Mindestfallzahl von insgesamt 50 bzw. mindestens 25 Datensätzen pro Gruppe gefordert.⁷⁸⁴ Dieser Wert wird trotz der relativ guten Beteiligungsquote in dieser Studie nicht erreicht. Die statistischen Ergebnisse der binären Regressionsanalyse sind daher mit der entsprechenden Vorsicht zu interpretieren. Die Ergebnisse der binär logistischen Regressionsanalyse sind nachfolgend in Tabelle 34 dargestellt.

⁷⁸² Vgl. Abschnitt 5.3.1.2.

⁷⁸³ Frage 6 des Fragebogens in Anhang 8.1.

⁷⁸⁴ Vgl. Fromm (2005, S.6), Backhaus et al. (2011, S.295).

| Abhängige Variable: ANPASSUNG, 1 = Investitionsverhalten wird angepasst; 0 = keine Anpassung | | | | | |
|---|--------|-----------------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Variable | Kürzel | Regressions- koeffizient | Standard- fehler | Signifikanz (p) | EXP (B) |
| Konstante | K | 0,948 | 5,481 | 0,863 | 2,580 |
| Technologierisiko | TR | 0,219 | 0,825 | 0,791 | 1,244 |
| Marktrisiko | MR | -0,340 | 1,050 | 0,746 | 0,712 |
| Regulatorisches Risiko | RR | 1,472 | 0,877 | 0,093* | 4,358 |
| Finanzielles Renditepotential | FR | -1,784 | 0,912 | 0,050* | 0,168 |

Modell Chi-Quadrat = 9,830; Signifikanz = 0,043;
-2 Log-Likelihood = 27,266
Cox & Snell R² = 0,305
Nagelkerkes R² = 0,409
Hosmer-Lemeshow Chi-Quadrat = 2,150; Signifikanz = 0,951

Tabelle 34: Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse.

Von den vier unabhängigen Variablen weisen nur das »Regulatorische Risiko« und das »Finanzielle Renditepotential« einen signifikanten Regressionskoeffizienten auf ($\alpha < 10\%$). Das positive Vorzeichen des Regressionskoeffizienten für das »Regulatorische Risiko« (1,472) weist darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit, dass eine der VC-Gesellschaften ihr Investitionsverhalten anpasst mit der Höhe des wahrgenommenen regulatorischen Risikos zunimmt. Der Effekt-Koeffizient EXP(B) zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass das Investitionsverhalten angepasst wird, bei einer um eine Einheit (plus 1) erhöhten Risikowahrnehmung um das 4,36-fache steigt bzw. um 336 Prozent. Das wahrgenommene finanzielle Renditepotential der Investitionen hat den genau entgegengesetzten Effekt. Der negative Regressionskoeffizient (-1,784) zeigt an, dass die Wahrscheinlichkeit, dass die VC-Gesellschaft ihr Investitionsverhalten anpasst, mit zunehmendem finanziellen Renditepotential abnimmt. Der Effekt-Koeffizient von 0,168 gibt an, dass die Wahrscheinlichkeit, dass das Investitionsverhalten angepasst wird, bei Zunahme des finanziellen Renditepotentials um eine Einheit (plus 1) um 83,2 Prozent abnimmt. Die Regressionskoeffizienten der anderen beiden unabhängigen Variablen, des Technologierisikos und des Marktrisikos, sind aus statistischer Sicht nicht signifikant. Die Wahrnehmung dieser beiden Risikofaktoren trägt, zumindest aus statistischer Sicht, nicht zur Entscheidung der VC-Gesellschaft bei, das eigene Investitionsverhalten anzupassen. Die Güte des Regressionsmodells kann insgesamt als noch zufriedenstellend betrachtet werden. Der Likelihood-Ratio-Test weist mit einem Chi-Quadrat-Wert von 9,83 und einem p-Wert von 0,043 ein signifikantes Ergebnis ($\alpha < 5\%$) für das Regressionsmodell aus, d.h. die unabhängigen Variablen leisten insgesamt einen signifikanten Erklärungsbeitrag zur richtigen Klassifizierung

der Fälle durch das Regressionsmodell. Das Nagelkerke-R² von 0,409 zeigt, dass das Regressionsmodell insgesamt einen für die geringe Anzahl der Fallzahlen vergleichsweise hohen Erklärungsbeitrag der Variation leistet. Insgesamt werden von dem Regressionsmodell 77,8 Prozent der betrachteten Fälle richtig klassifiziert (vgl. Tabelle 35). Gegenüber der bei einer rein zufälligen Zuordnung erwartbaren Trefferquote von 55,6 Prozent bedeutet dies eine signifikante Verbesserung der richtigen Klassifizierung.⁷⁸⁵ Der Hosmer-Lemeshow-Test, der überprüft, ob die Differenz dieser beiden Klassifizierungen gleich null ist, ist deutlich nicht signifikant. Die Ergebnisse des Regressionsmodells unterscheiden sich also signifikant vom Null-Modell.⁷⁸⁶

| Beobachtet | Vorhergesagt | | |
|--|--|--------------------------------------|---------------------------|
| | Keine Anpassung des Investitionsverhaltens | Anpassung des Investitionsverhaltens | Prozentsatz der Richtigen |
| Keine Anpassung des Investitionsverhaltens | 9 | 3 | 75,0% |
| Anpassung des Investitionsverhaltens | 3 | 12 | 80,0% |
| Gesamtprozentsatz | | | 77,8% |

Tabelle 35: Klassifizierungstabelle der logistischen Regressionsanalyse.

Die Ergebnisse der binär logistischen Regressionsanalyse zeigen, dass zumindest bei zwei sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis, wie in den Hypothesen 1-a und 1-b vermutet, ein Zusammenhang zwischen den Einflussfaktoren und dem Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften besteht: dem regulatorischen Risiko und dem finanziellen Renditepotential. Je höher das regulatorische Risiko bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor von den VC-Gesellschaften bewertet wird, desto wahrscheinlicher ist eine Anpassung, d.h. Einschränkung ihres Investitionsverhaltens in diesem Sektor. Statistisch gesicherte Belege dafür, dass dies auch für das wahrgenommene Marktrisiko und Technologierisiko von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor gilt, finden sich hingegen nicht. Bzgl. Hypothese 1-b zeigt sich, dass je geringer das finanzielle Renditepotential von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor eingeschätzt wird, desto wahrscheinlicher erfolgt eine Anpassung, d.h. Einschränkung, des Investitionsverhaltens der VC-Gesellschaft.

6.3.2.2 Deskriptive Statistik

Zusätzlich zu der Erkenntnis, dass bestimmte sektorspezifische Einflussfaktoren im Erneuerbare-Energien-Sektor das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften beein-

⁷⁸⁵ Das Null-Modell würde 15 von 27 Fälle (55,6 Prozent) richtig klassifizieren, wenn es immer eine Anpassung prognostiziert.

⁷⁸⁶ Vgl. hierzu auch die Ausführungen in Abschnitt 5.3.1.2.

trächtigen, ist es von praktischem Interesse, zu verstehen, auf welche Art und Weise die Anpassung des Investitionsverhaltens erfolgt. Hierzu wurden in der Befragung im Anschluss an die Fragen zu den Einflussfaktoren zusätzlich weitere qualitative Informationen erhoben.⁷⁸⁷ Die Antworten werden nachfolgend in Tabelle 36 zusammenfassend dargestellt und interpretiert.

| Anpassung des Investitionsverhaltens: | | |
|--|--------------------|-----------------------|
| Das Investitionsverhalten wird angepasst: | Ja = 15 (55,6%) | Nein = 12 (44,4%) |
| Wenn ja: | | |
| In den gesamten EE-Sektor wird nicht investiert: | Ja = 0 (0,0%) | Nein = 15 (100,0%) |
| In einzelne Segmente des EE-Sektors wird nicht investiert: | Ja = 10 (66,7%) | Nein = 5 (33,3%) |

Tabelle 36: Anpassung des Investitionsverhaltens.

15 der 27 VC-Investoren (55,6%) gaben an, ihr Investitionsverhalten aufgrund der sektorspezifischen Risiken und des Renditepotentials anzupassen. Eine komplette Abkehr von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor kam aber für keine der Befragten VC-Investoren in Frage.⁷⁸⁸ Allerdings gaben 10 der 15 VC-Investoren (66,7%) an, in bestimmte Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors aufgrund der Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses grundsätzlich nicht zu investieren. Um welche Segmente es sich dabei handelt, ist in Abbildung 36 zusammengefasst.

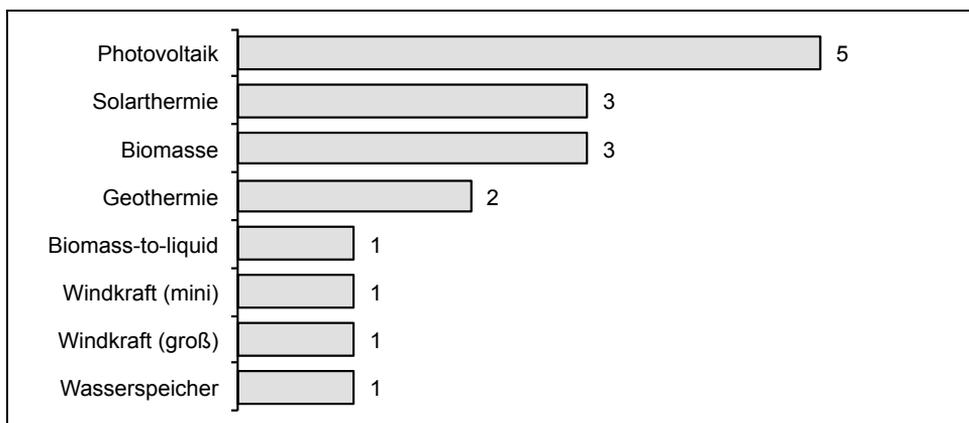


Abbildung 36: Technologiesegmente, in die nicht investiert wird.⁷⁸⁹

⁷⁸⁷ Vgl. Frage 6a und 6b des Fragebogens im Anhang 8.1.

⁷⁸⁸ Dieses Ergebnis war zu erwarten, da in der Untersuchung ausschließlich VC-Investoren befragt wurden, die grundsätzlich Interesse an Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor haben. Vgl. Abschnitt 6.1.1.

⁷⁸⁹ Das Diagramm zeigt die Anzahl der Nennungen der Segmente, in die grundsätzlich nicht investiert wird. Insgesamt machten 7 der 10 VC-Investoren die Angaben, in bestimmte Segmente nicht zu investieren, Angaben zu den betroffenen Technologiesegmenten. Mehrfachnennungen waren möglich.

Zu den Segmenten des Erneuerbare-Energien-Sektors, die von mehr als nur einem VC-Investor gemieden werden, gehören die Photovoltaik, die Solarthermie, Biomasse sowie die Geothermie. Neben der Entscheidung, in ein bestimmtes Segment grundsätzlich nicht mehr zu investieren, können VC-Gesellschaften ihre Investitionstätigkeit auch auf andere Arten und Weisen anpassen, um auf ein als unattraktiv wahrgenommenes Risiko-Rendite-Verhältnis in einem Technologiesegment zu reagieren. Dabei differenzieren 13 der 15 VC-Investoren (86,7%), die ihr Investitionsverhalten anpassen, bei der Anpassung zwischen den einzelnen Segmenten des Erneuerbare-Energien-Sektors, d.h. die Anpassungen fallen für Investitionen in den einzelnen Segmenten unterschiedlich aus. Eine pauschale Anpassung der Investitionstätigkeit für den gesamten Sektor wird nur von 2 der 15 Investoren (13,3%) vorgenommen. Um welche Anpassungen es sich dabei handelt, ist in Tabelle 37 dargestellt.

| Anpassung des Investitionsverhaltens: | | |
|---|--------------------|---------------------|
| Bei der Anpassung wird zwischen den einzelnen Segmenten differenziert | Ja = 13 (86,7%) | Nein = 2 (13,3%) |
| Das Investitionsverhalten wird, wie folgt, angepasst: ⁷⁹⁰ | | |
| Die Investmentstruktur wird angepasst. | 80,0% (12/15) | |
| Es wird erst in einer späteren Phase investiert. | 60,0% (9/15) | |
| Die Renditeanforderungen werden erhöht. | 40,0% (6/15) | |
| Investition nur zusammen mit einem Lead Investor. | 26,7% (4/15) | |
| Das Investitionsvolumen wird verringert. | 20,0% (3/15) | |

Tabelle 37: Anpassung des Investitionsverhaltens.

Die VC-Investoren gaben an, dass sie ihr Investitionsverhalten anpassen, indem sie die Investitionsstruktur dem Risiko-Rendite-Verhältnis entsprechend anpassen (12/15; 80,0%)⁷⁹¹, erst in einer weniger risikoreichen späteren Entwicklungsphase des Unternehmens investieren (9/15; 60%), höhere Renditeanforderungen an Investitionen stellen (6/15; 40%), nur zusammen mit einem weiteren Lead-Investor investieren (4/26,7%) oder das Investitionsvolumen pro einzelner Investition verringern (3/20,0%).

⁷⁹⁰ Mehrfachnennungen waren möglich.

⁷⁹¹ Vgl. Ausführungen zur Transaktionsstrukturierung in Abschnitt 2.1.6.2.

6.3.2.3 Zwischenfazit: Forschungsfrage 1

Bei zwei der vier untersuchten sektorspezifischen Einflussfaktoren, dem regulatorischen Risiko und dem finanziellen Renditepotential, lässt sich ein kausaler Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung durch die VC-Gesellschaft und einer Anpassung des Investitionsverhaltens statistisch belegen. Je höher das regulatorische Risiko und je niedriger das finanzielle Renditepotential ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass die VC-Gesellschaft ihre Investitionstätigkeit auf eine Art und Weise einschränkt, die das aus ihrer Sicht unzureichende Risiko-Rendite-Verhältnis von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor kompensiert.

Aus den Konstruktmessungen geht hervor, dass das regulatorische Risiko aus Sicht der VC-Gesellschaften am stärksten von der Ungewissheit der finanziellen Förderung geprägt wird, gefolgt von der Komplexität der Förderprogramme und der Ungewissheit, ob das regulatorische Umfeld den Marktzugang für junge Technologiefirmen beschränkt.⁷⁹²

Das finanzielle Renditepotential wird bei Technologien aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor entscheidend von der geringen Skalierbarkeit der Produktion und den langen Entwicklungszeiträumen für neue Produkte beschränkt. Der Umfang der finanziellen Förderung wird zwar insgesamt als hoch eingeschätzt, dies kann aber den negativen Einfluss der anderen Parameter nicht kompensieren.

Die beiden sektorspezifischen Einflussfaktoren, Technologierisiko und Marktrisiko, lassen sich anhand der hier durchgeführten statistischen Auswertung nicht mit einer Anpassung des Investitionsverhaltens in Verbindung bringen. Sie werden wie das regulatorische Risiko von den VC-Gesellschaften als leicht erhöht eingeschätzt, zu einer Anpassung des Investitionsverhaltens führt dies aus statistischer Sicht jedoch nicht. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass ein erhöhtes Markt- und Technologierisiko aus Sicht der VC-Gesellschaften keine Besonderheit darstellt und für junge Technologieunternehmen üblich ist. Im Gegensatz hierzu stellt das regulatorische Risiko aus Sicht der VC-Gesellschaften eine Besonderheit dar, da die Abhängigkeit des Erneuerbare-Energien-Sektors von einer finanziellen Förderung, über ein für Technologiesektoren übliches Maß hinausgeht.

Die von den VC-Gesellschaften als Folge des regulatorischen Risikos und des geringen finanziellen Renditepotentials vorgenommenen Anpassungen ihrer Investitionstätigkeit können einen Erklärungsbeitrag zu der beobachteten geringen Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor leisten. Sie führen tendenziell sowohl zu einer Verlagerung der Investitionstätigkeit weg von risikoreichen Frühphasen-Investitionen hin zu risikoärmeren Spätphasen-Investitionen als auch zu einer allgemeinen Einschränkung der Investitionstätigkeit aufgrund strengerer Auswahlkriterien, wie bspw. den von potentiellen Beteiligungsmöglichkeiten zu erfüllenden Renditeanforderungen.

⁷⁹² Vgl. Ergebnis der Konstruktmessung in Abschnitt 6.3.1.3.

6.3.3 Überprüfung der Hypothesen zum Einfluss sektorspezifischer Merkmale auf die Ausprägung sektorspezifischer Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor

Im vorigen Absatz wurde die zentrale Forschungsfrage dieser Studie, ob sich sektorspezifische Einflussfaktoren auf das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor auswirken, untersucht. Bei der weiterführenden qualitativen Auswertung der Befragungsergebnisse zeigte sich, dass VC-Gesellschaften die Attraktivität der einzelnen Technologiesegmente offensichtlich unterschiedlich bewerten und ihre Investitionstätigkeit entsprechend zwischen den Technologiesegmenten differenzieren (vgl. Tabelle 36). Die zweite Forschungsfrage (Forschungsfrage 2) schließt genau an diesen Punkt an und hinterfragt, ob, und wenn ja, auf welche Art und Weise sektorspezifische Merkmale die Attraktivität von Investitionen in den einzelnen Technologiesegmenten des Erneuerbare-Energien-Sektors unterschiedlich beeinflussen: Unterscheiden sich sektorspezifische Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors aufgrund sektorspezifischer Merkmale? Diese zweite Forschungsfrage wird mit Hilfe der Hypothesen 2-a bis 2-g überprüft.⁷⁹³ Die zu überprüfenden Hypothesen lauten:

Technologierisiko:

Hypothese 2-a: Je früher eine Technologie im Technologielebenszyklus positioniert ist, desto höher wird das Technologierisiko für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.

Marktrisiko

Hypothese 2-b: Je größer der Markt eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Hypothese 2-c: Je größer das Marktwachstum eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Regulatorisches Risiko:

Hypothese 2-d: Je häufiger die Förderung einer Technologie verändert wird, desto höher wird das regulatorische Risiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Hypothese 2-e: Je geringer die unerwarteten Veränderungen der Förderhöhe für eine Technologie in der Vergangenheit waren, desto geringer wird das regulatorische Risiko eingeschätzt.

⁷⁹³ Vergleich Abschnitt 4.4.1 für die Herleitung der Hypothesen und die Auswahl der objektiv bestimm-baren Merkmale der Technologiesegmente, die in einem vermuteten kausalen Zusammenhang mit den sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Renditeverhältnis stehen.

ko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Finanzielles Renditepotential:

Hypothese 2-f: Je größer der potentielle Absatzmarkt für eine Technologie ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologie-segment eingeschätzt.

Hypothese 2-g: Je höher die Profitabilität in einem Technologie-Marktsegment ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologie-segment eingeschätzt.

Tabelle 38: Hypothesen über die Ausprägung der sektorspezifischen Einflussfaktoren für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors.

Als ein wesentlicher Bestandteil der Befragung der VC-Gesellschaften wurde die Einschätzung der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis nicht nur für den Erneuerbare-Energien-Sektor insgesamt, sondern auch für zwölf wesentliche Technologiesegmente direkt mittels Globalabfrage erhoben. Zusammen mit den sektorspezifischen Merkmalen, die ursächlich für die Ausprägung der sektorspezifischen Einflussfaktoren sind und sich für die einzelnen Segmente unterscheiden, bilden sie die Datengrundlage zur statistischen Überprüfung der Hypothesen. Vor der eigentlichen Überprüfung der Hypothesen werden zuerst die Daten für ein besseres Verständnis der Ausgangssituation kurz deskriptiv ausgewertet und beschrieben.

6.3.3.1 Deskriptive Statistik

Die durchschnittliche Einschätzung der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren für die einzelnen Technologiesegmente ist nachfolgend in Tabelle 39 zusammengefasst.⁷⁹⁴ Die Übersicht zeigt, dass die VC-Gesellschaften die Risiken und Renditepotentiale der einzelnen Segment z.T. deutlich unterschiedlich bewerten.

⁷⁹⁴ Für die Berechnung der Durchschnittswerte wurden nur die Bewertungen berücksichtigt, bei denen die Befragten ihre Einschätzung zwischen den Segmenten differenzieren konnten. Fehlende und undifferenzierte Angaben, d.h. wenn der vorher für den gesamten Erneuerbare-Energien-Sektor angegebene Wert ohne zu differenzieren auf alle Segmente übertragen wurde, wurden nicht berücksichtigt. Die undifferenzierten Angaben kamen in den Interviews dann zustande, wenn die Befragten aufgrund fehlender Detailkenntnisse nicht in der Lage waren, zu den einzelnen Segmenten differenzierte Angaben zu machen oder dies nicht wollten. Die Ergebnisse verändert dieses Vorgehen insgesamt aber nur unwesentlich, d.h. selbst bei Berücksichtigung der undifferenzierten Bewertungen ergibt sich das gleiche Ergebnis.

| Technologiesegment | Technologie- risiko | Markt- risiko | Regulator. Risiko | Finanziel- les Rendite- potential | Sektorspez. Δ (Risiko/ Rendite) | |
|--|------------------------|------------------|----------------------|--|---|-------|
| Windkraft (Großanlagen) | 2,81 | 3,29 | 3,60 | 2,77 | 3,23 | 0,47 |
| Windkraft (Kleinanlagen) | 2,90 | 3,33 | 3,53 | 2,54 | 3,26 | 0,72 |
| Photovoltaik (Kristallin) | 3,05 | 3,83 | 3,80 | 2,38 | 3,56 | 1,18 |
| Photovoltaik (Dünnschicht etc.) | 3,71 | 4,17 | 4,07 | 3,00 | 3,98 | 0,98 |
| Solarthermie (Hochtemperatur) | 3,21 | 3,94 | 3,69 | 3,09 | 3,61 | 0,52 |
| Solarthermie (Niedertemperatur) | 3,16 | 3,69 | 3,38 | 2,82 | 3,41 | 0,59 |
| Wasserkraft (Laufwasser/Speicher) | 2,71 | 3,31 | 3,31 | 3,25 | 3,11 | -0,14 |
| Wasserkraft (Gezeiten-, Wellenkraft) | 3,57 | 3,65 | 3,79 | 2,92 | 3,67 | 0,74 |
| Geothermie (oberflächennah) | 3,37 | 3,56 | 3,07 | 3,00 | 3,33 | 0,33 |
| Geothermie (tief) | 3,94 | 3,76 | 3,79 | 3,25 | 3,83 | 0,58 |
| Biomasse (Direktnutzung und 1. Gen.) | 3,15 | 3,93 | 3,71 | 2,67 | 3,60 | 0,93 |
| Biomasse (BtL, 2. Gen.) | 3,53 | 4,00 | 3,62 | 3,09 | 3,71 | 0,62 |
| Ungewichteter Durchschnitt aller Segmente | 3,26 | 3,71 | 3,61 | 2,90 | 3,53 | 0,63 |
| Smartgrid Technologien | 3,16 | 3,65 | 3,14 | 3,50 | 3,32 | -0,19 |

Tabelle 39: Einschätzung der sektorspezifischen Einflussfaktoren nach Technologiesegment.

Um die Bewertung in ein Verhältnis zu klassischen Technologiesegmenten setzen zu können, wurden die VC-Gesellschaften zusätzlich nach ihrer Einschätzung des Technologiesegmentes »Intelligente Stromnetze« oder kurz »Smartgrid« gefragt. Dieses Segment gehört zum weiten Feld der Umwelttechnologien und umfasst verschiedene Technologien, die benötigt werden, um den Elektrizitätsverbrauch mit der schwankenden Bereitstellung von erneuerbar erzeugter Elektrizität besser in Einklang zu bringen. Smartgrid-Technologien können unter anderem den Bereichen IT (z.B. Steuerungssoftware oder intelligente Stromzähler) oder Elektrotechnik (z.B. Stromspeicher) zugeordnet werden.⁷⁹⁵ Um die Einschätzung der Einflussfaktoren auf das sektorspezifische Risiko-Rendite-Verhältnis für die einzelnen Technologiesegmente besser zusammenzufassen und somit einfacher vergleichen zu können, werden aus den erhobenen Daten zwei zusätzliche Parameter gebildet:

(1) Sektorspezifische Risiko: Um einen einzigen Parameter zu gewinnen, der das sektorspezifische Risiko insgesamt abbildet, werden die drei sektorspezifischen Risiko-

⁷⁹⁵ Da es im Bereich »Smart Grid« eine Reihe von Technologiesegmenten gibt, wurden in der Befragung drei Bereiche »Intelligenter Verbrauch«, »Intelligente Steuerung« und »Speicher« explizit und alle anderen Bereiche unter dem Begriff »Sonstige« abgefragt. Aus diesen vier Segmenten wurde für die Angabe in Tabelle 39 und zur weiteren Verwendung ein ungewichteter Durchschnitt »Smartgrid Technologien« gebildet.

faktoren zu einer einzigen Größe, dem »Sektorspezifischen Risiko«, zusammengefasst. Hierfür wird der ungewichtete Durchschnitt aus den drei Risikofaktoren gebildet.⁷⁹⁶

(2) Differenz zwischen Risiko und Rendite: Um einen deskriptiven Indikator für die Attraktivität des Risiko-Rendite-Verhältnisses der einzelnen Technologiesegmente zu erhalten, wird die Differenz zwischen dem »Sektorspezifischen Risiko« und dem finanziellen Renditepotential ermittelt. Je höher (positiver) die Differenz zwischen diesen beiden Indikatoren ausfällt, desto tendenziell unattraktiver wird dieses Segment von den VC-Investoren eingeschätzt.⁷⁹⁷

Abbildung 37 zeigt die unterschiedliche Positionierung der einzelnen Technologiesegmente in einem Risiko-Rendite-Diagramm auf Grundlage der Bewertung der sektorspezifischen Risiken (zusammengefasst zur Größe »Sektorspezifisches Risiko«) und des finanziellen Renditepotentials.

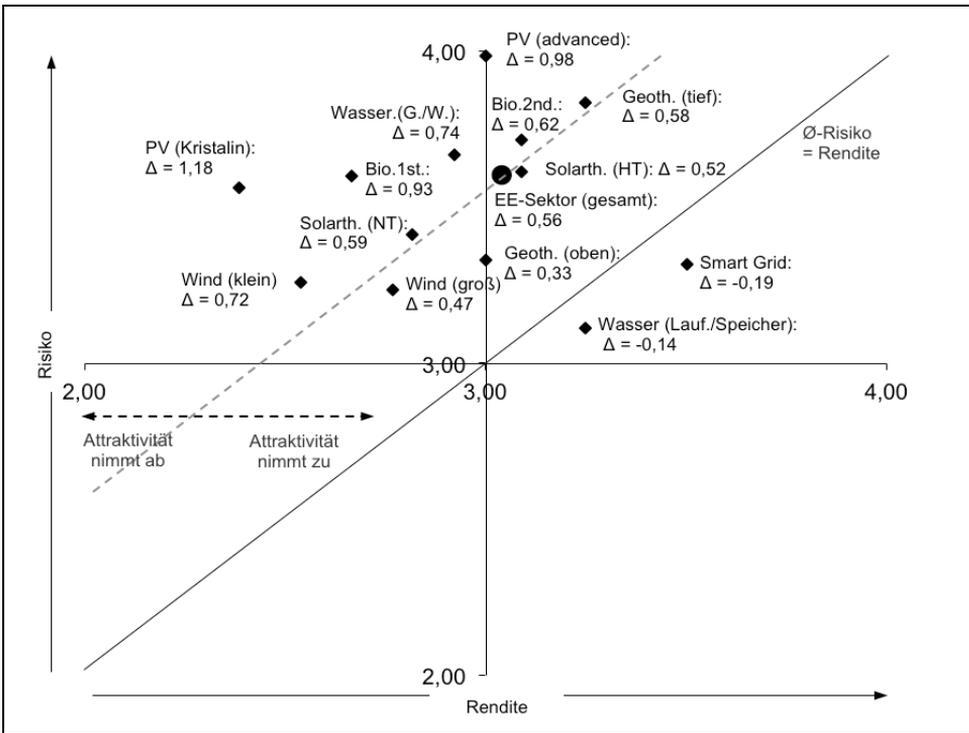


Abbildung 37: Positionierung der Technologiesegmente im Risiko-Rendite-Diagramm.

⁷⁹⁶ Die Zusammenfassung zu einem einzelnen Index dient allein der deskriptiven Auswertung und Darstellung der Daten. Sie kann nur als ein erster Anhaltspunkt für die Einschätzung der sektorspezifischen Attraktivität der Technologiesegmente dienen. Um eine genaue Abbildung des gesamten sektorspezifischen Risikos in einer einzigen Variable zu erreichen, wären Informationen über die tatsächliche Gewichtung der drei Risiken aus Sicht der Investoren erforderlich. Diese Informationen liegen nicht vor, sodass der ungewichtete Durchschnitt als erster Anhaltspunkt ausreichen muss.

⁷⁹⁷ Um die sektorspezifische Attraktivität des Segments bestimmen zu können, müsste die tatsächliche Gewichtung der drei Sektorspezifischen Risiken ermittelt werden. Dies ist auf Basis der erhobenen Daten nicht möglich. Die Differenz zwischen dem »sektorspezifischen Risiko« und dem finanziellen Renditepotential ist daher nur eine erste Indikation.

Ähnlich der Darstellung von Indifferenzkurven bei Investitionsentscheidungen (vgl. Abbildung 17 in Abschnitt 4.1.1) lässt sich die allgemeine Aussage treffen, dass tendenziell die sektorspezifische Attraktivität eines Technologiesegments für Investitionen zunimmt, je höher das Renditepotential und je geringer das sektorspezifische Risiko ist. Die diagonale Linie durch den Ursprung des Diagramms (»Ø-Risiko = Rendite«) entspricht der Indifferenzkurve eines risikoneutralen Investors.⁷⁹⁸ Je weiter links-oben entfernt von der Diagonalen sich ein Technologiesegment in dem Chart befindet, desto relativ unattraktiver wäre dieses aus der Sicht eines risikoneutralen Investors.⁷⁹⁹ Umgekehrt wird ein Technologiesegment tendenziell als attraktiver eingeschätzt je weiter rechts-unten es sich im Diagramm befindet.

Die Betrachtung des Risiko-Rendite-Diagramms zeigt, dass die sektorspezifische Attraktivität der einzelnen Technologiesegmente von den VC-Gesellschaften zum Teil sehr unterschiedlich bewertet wird. In Relation zum gesamten Erneuerbare-Energien-Sektor werden insbesondere die beiden Photovoltaik-Segmente (Kristallin und Dünnschicht) als deutlich risikoreicher (Dünnschicht) bzw. finanziell weniger attraktiv (Kristalin) als der Gesamtmarkt bzw. die meisten anderen Technologiesegmente eingeschätzt. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Angaben der Befragten zu der Frage, in welche Technologiesegmente überhaupt nicht investiert wird. Mit fünf Nennungen führt die Photovoltaik diese Statistik deutlich an (vgl. Abbildung 36). Ebenfalls deutlich bzw. tendenziell links oberhalb des Gesamtsektors im Diagramm liegen die Technologiesegmente Biomasse (1. und 2. Generation) sowie Wellen- und Gezeitenkraftanlagen; sie werden also tendenziell unattraktiver eingeschätzt als der Sektor insgesamt. Auf der gegenüberliegenden Hälfte des Diagramms, rechts unterhalb der Einschätzung des gesamten Erneuerbare-Energien-Sektors, liegen nur zwei Technologiesegmente. Die oberflächennahe Geothermie wird bei gleichem finanziellen Renditepotential als deutlich weniger risikoreich eingeschätzt als der Gesamtsektor und die klassische Wasserkraft, die als einziges Technologiesegment eine höhere Bewertung des finanziellen Renditepotentials als des sektorspezifischen Risikos aufweist und somit unterhalb der Diagonale liegt, die durch den Ursprung des Diagramms verläuft. Ebenfalls in der unteren rechten Hälfte des Diagramms liegt die Bewertung für das Technologiesegment »Smartgrid«. Dieses Technologiesegment wird von den VC-Gesellschaften als deutlich attraktiver als der Erneuerbare-Energien-Sektor eingeschätzt. Von allen betrachteten Technologiesegmenten weist es das höchste Renditepotential auf. Um eine erste Indikation über die relative Attraktivität eines Technologiesegments zu erhalten, kann die Differenz zwischen dem aggregierten sektorspezifischen Risiko und dem finanziellen Renditepotential betrachtet werden. Je höher diese Differenz ist, desto

⁷⁹⁸ Unter der Annahme, dass nur die beiden hier betrachteten Größen für die Investitionsentscheidung von Bedeutung sind.

⁷⁹⁹ In der Realität weisen die Indifferenzkurven für normalerweise risikoaverse Investoren einen konkaven Verlauf auf. Die generelle Tendenz, dass Technologiesegmente, die sich weiter links-oben befinden, als relativ unattraktiver eingeschätzt werden, bleibt aber grundsätzlich bestehen.

niedriger ist tendenziell die Attraktivität des Technologiesegementes aus Sicht der VC-Gesellschaften (vgl. Abbildung 38).

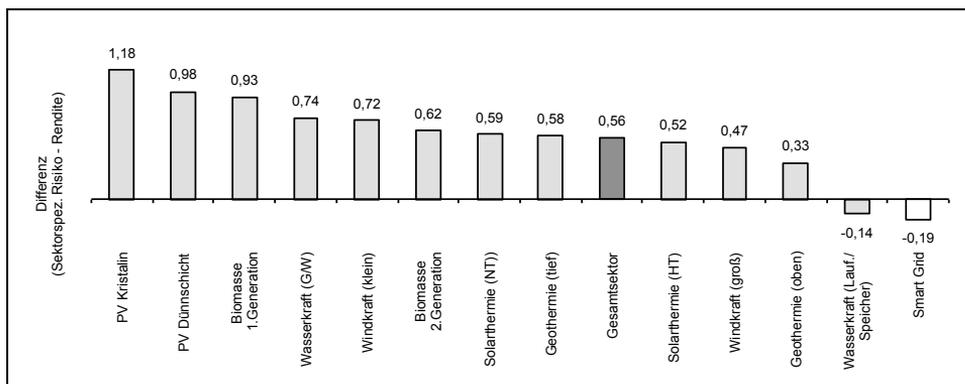


Abbildung 38: Sektorspezifische Attraktivität der Technologiesegmente.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die deskriptive Auswertung der Einschätzungen des sektorspezifischen Risiko-Rendite-Verhältnisses der einzelnen Technologiesegmente deutliche Unterschiede in deren sektorspezifischen Attraktivität aus der Sicht der VC-Investoren aufzeigt. Nicht nur unterscheiden sich die Segmente teils deutlich von der Einschätzung des Gesamtsektors, sie unterscheiden sich auch untereinander, selbst wenn sie aus demselben Technologiebereich stammen, wie bspw. kristalline und Dünnschicht-Photovoltaik. Dieses Ergebnis an sich ist nicht überraschend, da unterschiedliche Technologiesegmente immer auch unterschiedlichen Einflüssen ausgesetzt sind, die das Risiko-Rendite-Verhältnis entsprechend unterschiedlich beeinflussen. Das Ergebnis zeigt aber sehr deutlich, dass eine Gesamtbetrachtung des Erneuerbare-Energien-Sektors als ein homogener Sektor, wie sie bisher in der Literatur meistens zu finden ist, sehr wahrscheinlich nicht ausreicht, wenn es bspw. darum geht, Investitionshemmnisse zu identifizieren und Empfehlungen für deren Behebung zu formulieren.

6.3.3.2 Erhebung der kausal vorgelagerten sektorspezifischen Merkmale:

Um die Hypothesen zu dem kausalen Einfluss sektorspezifischer Merkmale auf die sektorspezifischen Einflussfaktoren der verschiedenen Technologiesegmente überprüfen zu können, werden im nächsten Schritt zuerst diese sektorspezifischen Merkmale erhoben.⁸⁰⁰ Die Ergebnisse der Datenerhebung sind nachfolgend in Tabelle 40 dargestellt.⁸⁰¹

⁸⁰⁰ Vgl. Absatz 5.4.2. Operationalisierung der manifesten unabhängigen Variablen.

⁸⁰¹ Die Herleitung der EBIT-Marge ist detailliert in Anhang 8.8, die Herleitung der »Häufigkeit der Veränderung der Förderung« und der »Höhe der unerwarteten Veränderung der Förderung« detailliert in Anhang 8.9 dargestellt.

| Technologiesegment: | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------------|-----------------|------------------------------|-------------------|-------------------|--|---------------------|-----------|
| Einheit | Windkraft (groß) | Windkraft (klein) | PV (Kristallin) | PV Andere (Dünnschicht etc.) | Solarthermie (HT) | Solarthermie (NT) | Wasserkraft (Lauf./Sp.) ⁸⁰² | Wasserkraft (G./W.) | |
| <u>Technologierisiko:</u> | | | | | | | | | |
| Position im TLZ | (1–5) | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| <u>Marktrisiko:</u> | | | | | | | | | |
| Größe des Absatzmarktes im Jahr 2011 | Euro | 12,6 Mrd. | 300 Mio. | 42,8 Mrd. | 4,5 Mrd. | 2,5 Mrd. | 3,95 Mrd. | 5,0 Mrd. | 6,75 Mio. |
| Marktwachstum 06–11 p.a. | % | 4,8% | 7,5% | 84,1% | 101,3% | 111,2% | 4,0% | 1,1% | 31,6% |
| <u>Regulatorisches Risiko:</u> | | | | | | | | | |
| Anzahl Änderungen der Förderung | Anzahl | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 9 | 2 | 2 |
| Unerwartete Änderung der Förderhöhe 04–12 | % | 52,0% | 20,5% | (35,6)% | (35,6)% | 24,9% | (18,2)% | 15,1% | 15,1% |
| <u>Finanzielles Renditepotential:</u> | | | | | | | | | |
| Größe des Absatzmarktes im Jahr 2011 | Euro | 12,6 Mrd. | 300 Mio. | 42,8 Mrd. | 4,5 Mrd. | 2,5 Mrd. | 3,95 Mrd. | 5,0 Mrd. | 6,75 Mio. |
| Profitabilität des Marktsegments i.J. 2011 | EBITDA-Marge | 5,8% | 0,6% | (7,7%) | 6,0% | (11,9%) | 6,5% | 8,5% | (280,9%) |

⁸⁰² Gesamtmarkt einschließlich Minikraftwerke, Kleinanlagen und Großanlagen. Vgl. Tabelle 1, S.47–51.

| Technologiesegment (Fortsetzung): | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------|---|
| Einheit | Geothermie (oben) | Geothermie (tief) | Biomasse direkt/ 1. Generation | Biomasse direkt | Biomasse 1. Gen | Biomasse 2. Gen | Quelle | |
| <u>Technologierisiko:</u> | | | | | | | | |
| Position im TLZ | (1–5) | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 1 | Einordnung auf Grundlage von Sommerlatte und Deschamps (1985, S.53) und Guerrero-Lemus und Martinez-Duart (2013, S.26ff.). Vgl. Abbildung 12. |
| <u>Marktrisiko:</u> | | | | | | | | |
| Größe des Absatzmarktes im Jahr 2011 | Euro | 2,52 Mrd. | 630 Mio. | 12,3 Mrd. | 8,1 Mrd. | 4,2 Mrd. | 120 Mio. | Vgl. Tabelle 1, S.41ff. |
| Marktwachstum 06–11 p.a. | % | (0,1%) | 23,0% | 14,7% 803 | 5,8% 804 | 32,0% 805 | 144% | Vgl. Tabelle 1, S.41ff. |
| <u>Regulatorisches Risiko:</u> | | | | | | | | |
| Anzahl Änderungen der Förderung | Anzahl | 8 | 2 | 5 ⁸⁰⁶ | 6 | 4 | 0 | Vgl. Anhang 8.9 |
| Unerwartete Änderung der Förderhöhe 04–12 | % | (21,7%) | 71,8% | (15,9%) 807 | (7,8%) | (23,9%) | 0,0% | Vgl. Anhang 8.9 |
| <u>Finanzielles Renditepotential:</u> | | | | | | | | |
| Größe des Absatzmarktes im Jahr 2011 | Euro | 2,52 Mrd. | 630 Mio. | 12,3 Mrd. | 8,1 Mrd. | 4,2 Mrd. | 120 Mio. | Vgl. Tabelle 1 Seite 41 ff. |
| Profitabilität des Marktsegments i.J. 2011 | EBITDA-Marge | 14,2% | 26,7% | 14,9% 808 | 18,9% | 7,2% | (160%) | Vgl. Anhang 8.8 |

Tabelle 40: Sektorspezifische Merkmalsvariablen.

⁸⁰³ Gewichteter Durchschnitt der beiden Technologiefelder »Biomasse direkt« und »Biomasse 1.Generation«.

⁸⁰⁴ Aufgrund fehlender Daten zum Marktwachstum für die direkte thermische Nutzung in Europa wurde das Marktwachstum des Teilsegmentes KWK-Feste Biomasse i.H.v. 5,8 Prozent als Marktwachstum für das gesamte Segment Direkte Nutzung von Biomasse angenommen. Vgl. Tabelle 1, S.47–51.

⁸⁰⁵ Berechnet als der mit der Marktgröße gewichtete Durchschnitt des Marktwachstums der Produktionskapazität der drei Teilsegmente Biogas, Biodiesel und Bioethanol.

⁸⁰⁶ Durchschnitt der beiden Technologiesegmente »Biomasse direkt« und »Biomasse 1.Generation«.

⁸⁰⁷ Durchschnitt der beiden Technologiesegmente »Biomasse direkt« und »Biomasse 1.Generation«.

⁸⁰⁸ Gewichteter Durchschnitt der beiden Technologiesegmente »Biomasse direkt« und »Biomasse 1.Generation«.

6.3.3.3 Hypothese zum Technologierisiko

Als erstes wird Hypothese 2-a überprüft, die sich mit dem Einfluss der Position im Technologielebenszyklus auf das Technologierisiko befasst:

Hypothese 2-a: Je früher eine Technologie im Technologielebenszyklus positioniert ist, desto höher wird das Technologierisiko für Investitionen in diesem Technologie-segment eingeschätzt.

Die deskriptive Auswertung der erhobenen Daten zeigt, dass zumindest tendenziell das Technologierisiko für Technologie-segmente im Verlauf ihres Lebenszyklus abnimmt (vgl. Abbildung 39). Technologien, die sich im späten Abschnitt ihres Lebenszyklus befinden (Abschnitte 5) weisen durchschnittlich ein niedrigeres Technologierisiko auf als Technologien, die sich in den frühen Abschnitten des Lebenszyklus befinden (Abschnitte 1 und 2).

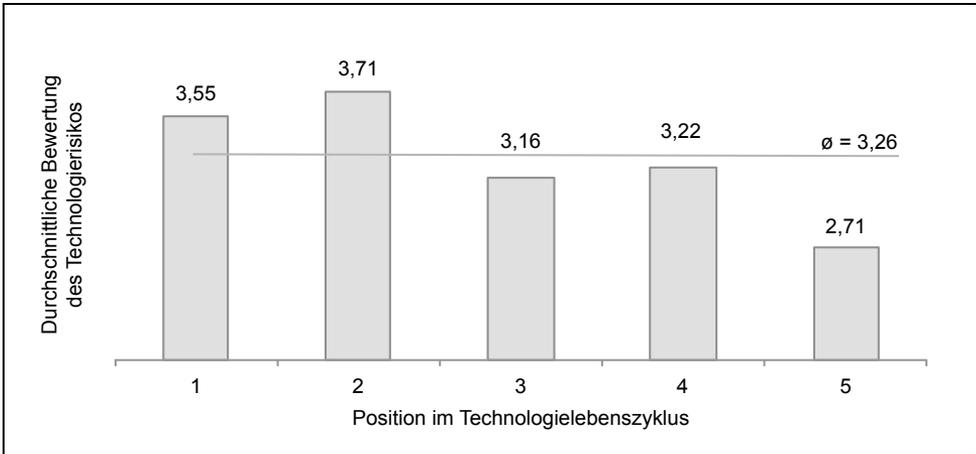


Abbildung 39: Bewertung des Technologierisikos über den Technologielebenszyklus.

Ob der hier zu beobachtenden Einfluss der Position im Technologielebenszyklus auf die Wahrnehmung des Technologierisikos auch statistisch signifikant ist, wird nachfolgend mit Hilfe einer einfachen linearen Regressionsanalyse überprüft.

Abhängige Variable: Technologierisiko (TR)

| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (F ²) | Test- stärke |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Konstante | C _{TR} | 3,779 | 0,264 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Position im TLZ | P_TLZ | -0,164 | 0,078 | -0,554 | 0,062 | 1,000 | 0,307 | 0,443 | 82,3% |

Modell F = 4,428; Signifikanz p = 0,062

Modell R² = 0,307; Modell R² adj. = 0,238

Durbin-Watson = 1,542

Effektgröße F² = 0,443; Implizite Teststärke (1-β) = 69,2% (n = 12, α = 0,1)

Tabelle 41: Regressionsanalyse: Technologierisiko und Position im TLZ.

Das Ergebnis der Regressionsanalyse zeigt, dass das Technologierisiko für eine Technologie umso mehr abnimmt, je weiter fortgeschritten die Technologie im Lebenszyklus ist. Der Regressionskoeffizient weist ein negatives Vorzeichen auf und ist statistisch signifikant (p = 0,062). Aus dem Betrag des Regressionskoeffizienten lässt sich ableiten, dass das Technologierisiko mit jedem Schritt, den die Technologie im Technologielebenszyklus weitergeht, um den Wert 0,164 abnimmt. Insgesamt betrachtet, liefert das Regressionsmodell mit einem korrigierten R²adj von 0,238 einen eher geringen, aber immer noch akzeptablen Erklärungsbeitrag zur Varianz der abhängigen Variable, dem Technologierisiko.⁸⁰⁹ Kritisch anzumerken ist bei der Betrachtung der Ergebnisse allerdings, dass die Anzahl der Beobachtungswerte auf denen die Regressionsanalyse beruht, mit nur 12 Wertepaaren sehr gering ist. Die für den Regressionskoeffizienten ermittelte Teststärke beträgt dennoch sehr akzeptable 82,3 Prozent und liegt somit deutlich über den in Abschnitt 6.1.5. für die Teststärke als Mindestgröße festgelegten 70,0 Prozent. Die Wahrscheinlichkeit, dass es sich bei dem ermittelten statistisch signifikanten Zusammenhang um kein zufälliges Ergebnis handelt, beträgt 82,3 Prozent. Die optische Überprüfung der Regressionsgerade zeigt, dass ein Messwert deutlich von der errechneten Regressionsgerade abweicht. Es handelt sich hierbei um das Wertepaar für das Technologiesegment »tiefe Geothermie« (vgl. Abbildung 40).

⁸⁰⁹ Der Durbin-Watson-Test liefert mit einem Wert von 1,542 keinen Hinweis auf Autokorrelation der Residuen ($\alpha < 5\%$).

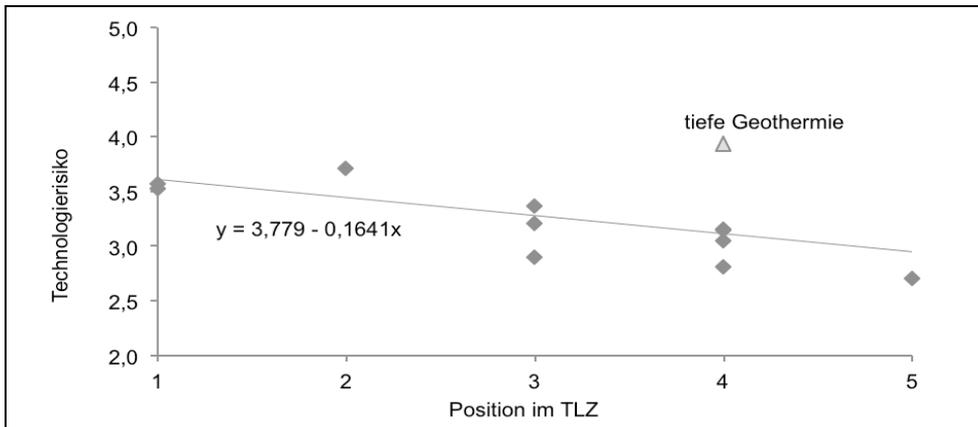


Abbildung 40: Ausreißer-Analyse Technologierisiko.

VC-Investoren bewerten das Technologierisiko für die tiefe Geothermie mit einem Durchschnittswert von 3,94, den höchsten Wert aller in dieser Studie betrachteten Technologiesegmente, obwohl die Technologie aufgrund ihrer weiten Verbreitung in Europa als in ihrem Technologielebenszyklus relativ weit fortgeschritten beurteilt werden kann. Eine mögliche Erklärung für diese hohe Einschätzung könnte sein, dass sich insbesondere in Deutschland aus der *Anwendung* der Technologie heraus Risiken ergeben, welche die in Deutschland ansässigen VC-Investoren möglicherweise dem Technologierisiko zuordnen. So besteht in Mitteleuropa, im Gegensatz zu den aus geothermischer Sicht aktiveren und somit vorteilhafteren Gebieten wie Island, der Türkei oder Italien ein erhebliche Fündigkeitsrisiko.⁸¹⁰ Außerdem steht die tiefe Geothermie im Verdacht, möglicherweise unerwünschte seismische Aktivität auslösen zu können.⁸¹¹ Die Betreiber von Geothermieanlagen müssen die hieraus hervorgehenden Risiken in ihre Betrachtung mit einbeziehen, was sich insgesamt negativ auf die Einsatzmöglichkeiten der Technologie auswirken kann. Eliminiert man den Ausreißer tiefe Geothermie aus dem Datensatz, so verbessert sich das Ergebnis der Regressionsanalyse deutlich. Der Regressionskoeffizient fällt mit einem Wert von -0,837 jetzt deutlich negativer aus als zuvor und ist statistisch mit einem Signifikanzwert von $p = 0,001$ statistisch sehr deutlich signifikant ($\alpha < 0,1\%$). Die Teststärke verbessert sich trotz des um ein Wertepaar reduzierten Datensatzes ($n = 11$) ebenfalls deutlich auf 99,7 Prozent. Eine Autokorrelation der Residuen kann aufgrund des Durbin-Watson-Tests ausgeschlossen werden ($\alpha < 5\%$), weitere Hinweise auf eine nicht-normale Verteilung der Residuen liegen ebenfalls nicht vor.

⁸¹⁰ Vgl. Schulz (2011, S.60ff.).

⁸¹¹ Vgl. Fritschen und Rüter (2010, S.6–13).

Abhängige Variable: Technologierisiko (TR)

| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Konstante | C _{TR} | 3,840 | 0,151 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Position im TLZ | P_TLZ | -0,208 | 0,045 | -0,837 | 0,001 | 1,000 | 0,701 | 2,344 | 99,9% |

Modell F = 21,106; Signifikanz p = 0,001

Modell R² = 0,701; Modell R² adj. = 0,668

Durbin-Watson = 1,531

Effektgröße f² = 2.344; Implizite Teststärke (1-β) = 99,9% (n = 11, α = 0,1)

Tabelle 42: Regressionsanalyse: Technologierisiko und Position im TLZ (exkl. Ausreißer).

Die Null-Hypothese, dass kein Zusammenhang zwischen der Position im Technologielebenszyklus und der Ausprägung des Technologierisikos besteht, kann auf Grundlage der durchgeführten statistischen Analyse mit hoher Wahrscheinlichkeit verworfen werden. Das von der Erwartung abweichende Ergebnis für das Technologiesegment »tiefe Geothermie« zeigt aber auch, dass die Position im Technologielebenszyklus nicht allein für die Ausprägung des Technologierisikos verantwortlich ist. Die individuelle Beschaffenheit der Technologie trägt ebenfalls zum Technologierisiko mit bei.

6.3.3.4 Hypothesen zum Marktrisiko

Als Nächstes werden die beidem Hypothesen zum Einfluss von Marktgröße und Marktwachstum auf das Marktrisiko überprüft.

Hypothese 2-b: Je größer der Markt eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Hypothese 2-c: Je größer das Marktwachstum eines Technologiesegments ist, desto geringer wird das Marktrisiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Um die Interaktion der zwei sektorspezifischen Merkmale untereinander bei der Wirkung auf das Marktrisiko zu berücksichtigen, wird die vermutete kausale Beziehung zwischen den beiden unabhängigen und der abhängigen Variable mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse untersucht. Neben der Schwierigkeit, dass die geringe Anzahl der verfügbaren Wertepaare die statistische Aussagekraft der Regressionsanalyse generell einschränkt und dass ein kausaler Zusammenhang für kleine oder mittlere Effektgrößen statistisch nicht ausreichend verlässlich ermittelt werden kann,⁸¹² sind die

⁸¹² Die Effektgröße f² für das Gesamtmodell (F-Test) liegt bei einem alpha-Fehler von 0,10, einem beta-Fehler von 0,30 und einer Anzahl Messwerten von n = 11, bei 0,97. Bei Wegfall einzelner Messwerte aufgrund fehlender Datensätze ergeben sich entsprechend noch höhere Effektgrößen, um noch die gewünschte Teststärke von 0,70 zu erreichen (f² = 1,15 bei n = 10 und f² = 1,41 bei n = 9). Die Effektgröße für einzelne Regressionskoeffizienten (t-Test) liegt für 11 Messwerte bei 0,34 und für 10 Messwerte bei 0,38, was der Konvention folgend, einer großen Effektgröße entspricht (vgl. Abschnitt 6.1.5.).

unabhängigen Variablen aufgrund ihres nach oben offenen metrischen Skalenniveaus auch nicht notwendigerweise normalverteilt. Wenn eine nicht normale Verteilung vorliegt, muss die unabhängige Variable vor der Aufnahme in die Regressionsgleichung entsprechend transformiert werden, um ein valides Regressionsergebnis zu erzielen.⁸¹³ In einem ersten Schritt werden daher die unabhängigen Variablen auf Normalverteilung hin untersucht.

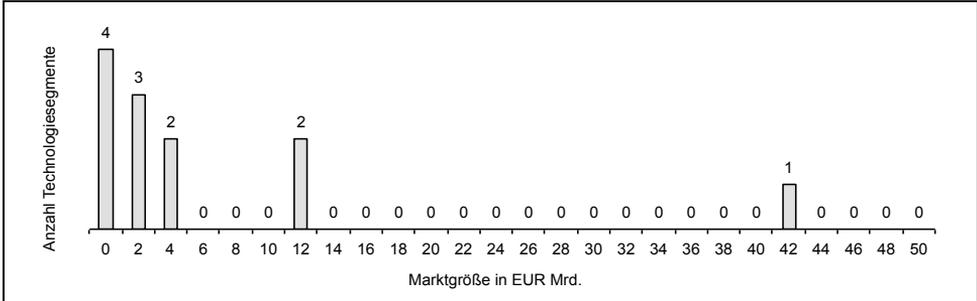


Abbildung 41: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Marktgröße«.

Abbildung 41 zeigt, dass die unabhängige Variable »Marktgröße des Technologiesegments« deutlich rechtsschief verteilt ist. Relativ viele sehr kleine Technologiesegmente stehen einigen wenigen sehr großen Technologiesegmenten gegenüber.⁸¹⁴ Die rechtsschiefe Verteilung der Technologiesegmentgrößen manifestiert sich in einem Mittelwert der Marktgröße, der mit 7,27 Euro Mrd. deutlich über dem Median von 3,24 Euro Mrd. liegt. Um diese rechtsschief verteilte unabhängige Variable in die lineare Regressionsanalyse mit aufnehmen zu können, wird diese zuerst mittels der logarithmischen Transformation normalisiert.⁸¹⁵

⁸¹³ Vgl. Abschnitt 5.3.1.1. für die Voraussetzungen der multiplen Regressionsanalyse sowie Tabachnick und Fidell (2004, S.80ff.) für die Vorgehensweise zur Transformation nicht normal verteilter Variablen.

⁸¹⁴ Die Technologiesegmente wurden zum Zwecke der Analyse und grafischen Darstellung in Kategorien zusammengefasst, die jeweils eine Spanne von 2,0 Mrd. Euro abdecken. Auch eine kleinteiligere Aufteilung würde an dem Ergebnis einer rechtsschiefen Verteilung nichts ändern, da es relativ viele kleine Technologiesegmente mit einer Größe von unter 1,0 Mrd. Euro gibt und gleichzeitig einige wenige Segmente, die eine Marktgröße von > 10 Mrd. Euro aufweisen. Die Daten für die zugrundeliegende Verteilung sind bereits in Tabelle 42 in Abschnitt 6.3.3.2. dargestellt worden.

⁸¹⁵ Vgl. Tabachnick und Fidell (2004, S.82–83). In dem hier vorliegenden Fall wird die unabhängige Variable »Marktgröße« mit Hilfe des natürlichen Logarithmus $x \rightarrow \ln(x)$ transformiert.

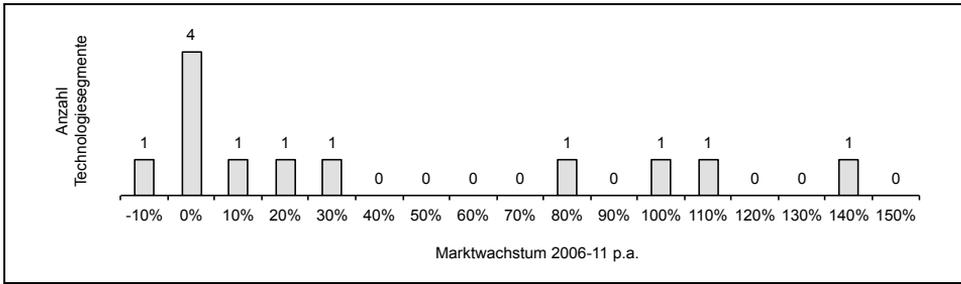


Abbildung 42: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Marktwachstum«.

Ein ähnliches Bild zeigt sich für die Verteilung der unabhängigen Variablen »Marktwachstum« (vgl. Abbildung 42). Die Verteilung ist rechtsschief, da es zahlreiche Technologiesegmente gibt, die ein einstelliges oder negatives Marktwachstum aufweisen und einige wenige Technologiesegmente, die ein sehr hohes Marktwachstum aufweisen. Der Durchschnittswert für das durchschnittliche jährliche Marktwachstum in den Jahren 2006–2011 beträgt 44,5 Prozent, während der Median »nur« 22,9 Prozent beträgt. Die wenigen sehr hohen Werte lassen den Durchschnittswert deutlich über den Median steigen. Um die rechtsschiefe Verteilung in eine Normalverteilung zu überführen, wird die Variable, genau wie die unabhängige Variable »Marktgröße«, logarithmisch transformiert.⁸¹⁶

| Abhängige Variable: Marktrisiko (MR) | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CM _R | 3,479 | 0,084 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Ln(Marktgröße) | MG | 0,012 | 0,025 | 0,102 | 0,638 | 1,010 | 0,010 | 0,026 | 22,8% |
| Ln(Marktwachstum) | MW | 0,692 | 0,183 | 0,786 | 0,004 | 1,010 | 0,612 | 1,585 | 99,8% |

Modell F = 7,115 ; Signifikanz p = 0,014
 Modell R² = 0,613; Modell R²adj. = 0,526
 Durbin-Watson = 1,695
 Effektgröße f² = 1,584 ; Implizite Teststärke (1-β) = 96,6% (n = 12, α = 0,1)

Tabelle 43: Regressionsergebnis: Marktrisiko und sektorspezifische Merkmale.

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse in Tabelle 43 zeigen, dass sich die Ausprägung des wahrgenommenen Marktrisikos für die einzelnen Technologiesegmente nicht, wie vermutet, anhand zweier sektorspezifischen Merkmale begründen lässt. Von den beiden untersuchten sektorspezifischen Einflussgrößen weist nur das Marktwachstum (MW) einen statistisch signifikanten Einfluss ($\alpha < 1\%$) auf das von den VC-Investoren wahrgenommene Marktrisiko auf. Allerdings ist das Vorzeichen des Regressionskoeff-

⁸¹⁶ Vgl. Tabachnick und Fidell (2004, S.82–83). Da negative Werte nicht logarithmisch transformiert werden können, wird allen Werten vor der Transformation eine Konstante c hinzugefügt, die so gewählt ist, dass der kleinste zu transformierende Wert den Wert eins (1,0) hat: $x \rightarrow \ln(x+c)$.

fizienten nicht, wie ursprünglich vermutet, negativ, sondern positiv. Das heißt, dass das Marktrisiko von den VC-Investoren umso höher eingeschätzt wird, je höher das Marktwachstum in einem Technologiesegment ist. Offensichtlich bewerten VC-Investoren die Risiken, die sich aus einem hohen Marktwachstum für die erfolgreiche Kommerzialisierung neuer Technologien ergeben, höher als die Chancen die mit einer dynamischen Marktentwicklung verbunden sind.⁸¹⁷ Der Regressionskoeffizient für die Marktgröße (MG) liegt mit einer Signifikanz von $p = 0,638$ deutlich über dem erforderlichen Signifikanzniveau ($\alpha = 10\%$), um noch als statistisch signifikant eingeordnet werden zu können. Insgesamt weist das Regressionsmodell mit einem angepassten R^2_{adj} von 52,6 Prozent einen vergleichsweise hohen Erklärungsbeitrag für die Varianz des von den VC-Investoren wahrgenommenen Marktrisikos auf. Das Ergebnis des Gesamtmodells ist mit einer Signifikanz von $p = 0,014$ ebenfalls deutlich signifikant ($\alpha < 5\%$). Aufgrund der für das Gesamtmodell sehr hohen Effektgröße kann trotz der geringen Anzahl an Beobachtungswerten mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass das beobachtete signifikante Ergebnis für das Gesamtmodell nicht zufällig zustande gekommen ist. Die Teststärke beträgt 96,6 Prozent.⁸¹⁸

6.3.3.5 Hypothesen zum Regulatorischen Risiko

Als Nächstes werden die Hypothesen zum vermuteten Einfluss der Kontinuität der Förderung auf das regulatorische Risiko untersucht. Die beiden zu überprüfenden Hypothesen lauten:

Hypothese 2-d: Je häufiger die Förderung einer Technologie verändert wird, desto höher wird das regulatorische Risiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

Hypothese 2-e: Je geringer die unerwarteten Veränderungen der Förderhöhe für eine Technologie in der Vergangenheit waren, desto geringer wird das regulatorische Risiko für Investitionen in diesem Segment eingeschätzt.

In einem ersten Schritt werden die unabhängigen Variablen wiederum zuerst auf Normalverteilung überprüft. Während die Variable »Unerwartete Veränderung der Förderhöhe« keine Auffälligkeiten bezüglich der Verteilung zeigt, lässt sich für die Verteilung der Variable »Anzahl der Änderungen« eine leichte rechtsschiefe Verteilung feststellen (siehe Abbildung 43). Diese wird mit Hilfe einer entsprechenden Transformation korrigiert.⁸¹⁹

⁸¹⁷ Vgl. Ausführung zu Chancen und Risiken eines hohen Marktwachstum für die erfolgreiche Kommerzialisierung einer neuen Technologie Abschnitt 4.4.1, Unterpunkt: »Forschungsfrage 2«.

⁸¹⁸ Der Durbin-Watson-Test liefert mit einem Wert von 1,703 keinen Hinweis auf Autokorrelation der Residuen ($\alpha < 5\%$).

⁸¹⁹ Da es sich um eine relativ moderate rechtsschiefe Verteilung handelt erfolgt die Transformation mittels Ziehen der Wurzel: $x \rightarrow x^{1/2}$. Vgl. Tabachnick und Fidell (2004, S.83).

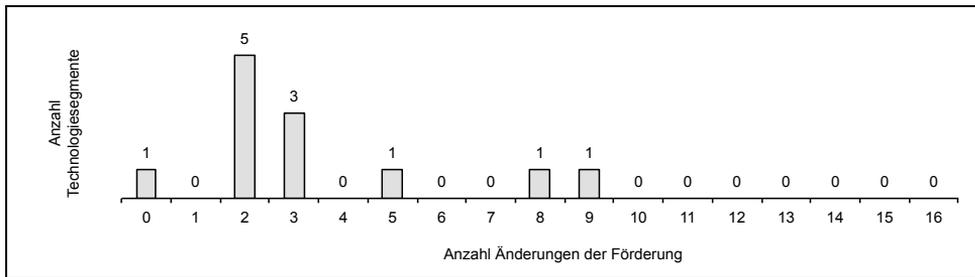


Abbildung 43: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Anzahl Änderungen der Förderung«.

Die multiple Regressionsanalyse in Tabelle 44 zeigt, dass keine der beiden unabhängigen Variablen als signifikant betrachtet werden kann. Selbst die Vorzeichen der Regressionskoeffizienten sind entgegen der ursprünglichen Vermutung negativ. Das heißt, das regulatorische Risiko würde aus Sicht der VC-Gesellschaften mit Anzahl der Änderungen der Förderrichtlinien sowie mit der Höhe der Veränderung abnehmen und nicht, wie eigentlich erwartet, zunehmen.⁸²⁰

| Abhängige Variable: Regulatorische Risiko (RR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CR _R | 3,868 | 0,213 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| SQRT Anzahl Änderungen | AAE | -0,146 | 0,113 | -0,427 | 0,228 | 1,165 | 0,157 | 0,206 | 58,6% |
| Unerwartete Veränderung | UVER | -0,111 | 0,259 | -0,141 | 0,679 | 1,165 | 0,017 | 0,022 | 21,5% |

Modell F = 0,837 ; Signifikanz p = 0,464
 Modell R² = 0,157; Modell R² adj. = -0,030
 Durbin-Watson = 2,198
 Effektgröße f² = 0,186; Implizite Teststärke (1-β) = 30,4% (n = 12, α = 0,1)

Tabelle 44: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko mit 2 Prädiktoren.

⁸²⁰ Die Vermutung, dass der Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variable »Anzahl Änderungen« und der abhängigen Variablen »Regulatorisches Risiko« nicht linear ist, lässt sich aufgrund der geringen Anzahl an Beobachtungswerten nur schwer überprüfen. Fügt man der Regressionsgleichung einen quadrierten Wachstumsterm der Variable AAE hinzu (AAE-Quadrat) so ändert sich das Vorzeichen der unabhängigen Variable AAE von negativ in positiv. Das Vorzeichen des Wachstumsterms AAE-Quadrat hingegen ist negativ. Dies würde bedeuten, dass das wahrgenommene Risiko anfangs mit der Anzahl der Änderungen, wie ursprünglich vermutet, ansteigt, dann aber mit fortschreitender Anzahl wieder abnimmt, möglicherweise, da sich die VC-Investoren ab einer gewissen Regelmäßigkeit, z.B. jährliche Anpassungen, an diese gewöhnen und das davon ausgehende regulatorische Risiko geringer wird, da es nicht mehr unerwartet auftritt. Der Regressionskoeffizient ist in dieser Betrachtung statistisch nur für den Wachstumsterm AAE-Quadrat statistisch signifikant (p = 0,084). Beide Variablen weisen allerdings einen hohen VIF auf (AAE = 10,065 und AAE-Quadrat = 10,887), sodass Multikollinearität zwischen AAE und AAE-Quadrat vorliegt. Wahrscheinlich ist die geringe Anzahl von Beobachtungswerten der Grund für den hohen VIF. Das Regressionsergebnis aus Tabelle 44 ist einschließlich des Wachstumsterms AAE-Quadrat zu Informationszwecken im Anhang 8.10 (Tabelle 73) abgebildet.

Eine separate Betrachtung allein der kausalen Beziehung zwischen der unabhängigen Variable, »Anzahl der Änderungen« (AAE), und der abhängigen Variable, dem wahrgenommenen regulatorischen Risiko (RR), zeigt, dass zwei Datenpunkte deutlich von den übrigen Datenpunkten entfernt liegen (vgl. Abbildung 44).⁸²¹ Es handelt sich hierbei um die beiden Technologiesegmente Niedertemperatur-Solarthermie und oberflächennahe Geothermie.

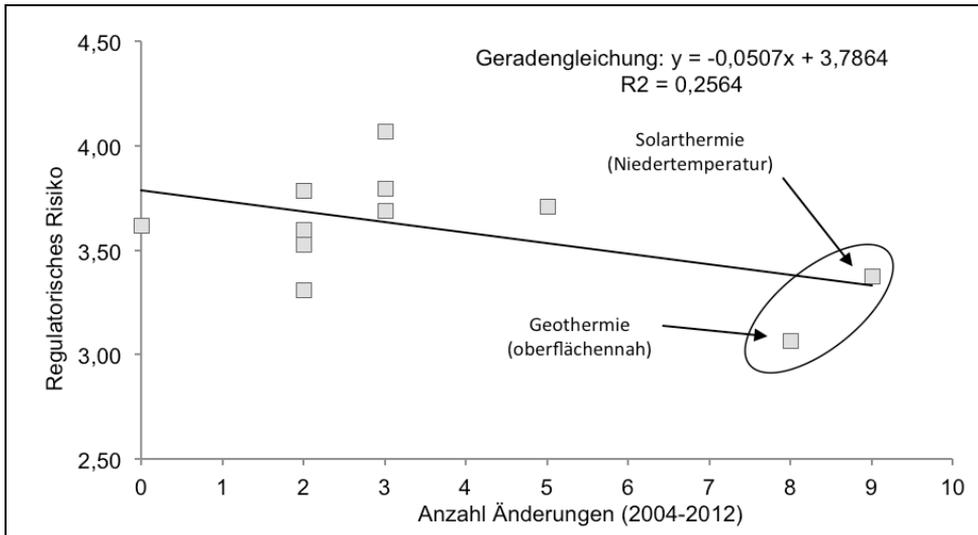


Abbildung 44: Regressionsgerade: Regulatorische Risiko und Anzahl Änderungen der Förderung.

Beide Technologiesegmente weisen die Besonderheit auf, dass sie durch das sogenannte Marktanreizprogramm (MAP) gefördert werden und ihre Kunden in der Regel einzelne private Haushalte sind.⁸²² Das MAP sieht vor, dass die Endkunden der Technologien einen direkten, einmaligen Investitionszuschuss bei der Anschaffung erhalten und nicht etwas wie beim EEG eine Vergütung der erzeugten Energie über einen vorgegebenen Zeitraum. Das MAP ist allerdings eine im Rahmen des Bundeshaushalts finanzierte Förderung, deren Ausgestaltung jedes Jahr neu entschieden werden muss. Dies hat zur Folge, dass sich das regulatorische Umfeld für Technologien, die durch das MAP gefördert werden, in der Regel jährlich ändert und daher eigentlich hinsichtlich des regulatorischen Umfeldes als besonders risikoreich gelten müsste.⁸²³ Auf der anderen Seite besteht seit dem 1. Januar 2009 eine Nutzungspflicht zur Verwendung von

⁸²¹ Im Zuge der Transformation rücken die Beobachtungswerte näher zusammen, die Grundaussage, dass die beiden Wertepaare am äußersten rechten Rand der Verteilung liegen, bleibt aber bestehen.

⁸²² Das dritte Technologiesegment, auf welches diese beiden Kriterien zutreffen würde, ist die direkte Nutzung von Biomasse. Für dieses Segment wurde in der vorliegenden Studie allerdings kein individueller Wert für das regulatorische Risiko erhoben. Dieser wurde nur zusammen mit dem Technologiesegment für Energie aus Biomasse der 1. Generation erhoben und steht daher leider als separater Datenpunkt nicht zur Verfügung.

⁸²³ Vgl. BMU (2012a), S.119ff.

erneuerbaren Energien beim Neubau von Gebäuden, die sich grundsätzlich positiv auf die Nachfrage nach Technologien aus den Bereichen Niedertemperatur-Solarthermie, oberflächennahe Geothermie und direkte Nutzung von Biomasse auswirkt, da sie diese, unabhängig von der finanziellen Ausstattung des MAP, zumindest im Bereich von Gebäude-Neubauten verstetigt hat.⁸²⁴ Um die Auswirkung, die eine grundsätzlich andere Förderung und Marktstruktur auf das regulatorische Risiko haben könnte im Kontext der multiplen Regressionsanalyse zu untersuchen, wird der Regressionsgleichung eine Dummy-Variable hinzugefügt, die es ermöglicht zwei Gruppen von Technologiesegmenten separat zu betrachten. Die Dummy-Variable »DMAP« nimmt für diejenigen Technologiesegmente, die eine MAP-Förderung erhalten und gleichzeitig i.W. private Haushalte als Endkunden aufweisen, den Wert 1 (eins) an, für allen anderen Technologiesegmente wird ihr der Wert 0 (null) zugeordnet.

| Abhängige Variable: Regulatorisches Risiko (RR) | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Ef- fektg.(f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CR _R | 3,586 | 0,204 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| SQRT Anzahl Änderungen | AAE | 0,081 | 0,122 | 0,235 | 0,527 | 2,268 | 0,024 | 0,055 | 30,4% |
| Dummy MAP_Endkunde | DMAP | -0,641 | 0,240 | -0,943 | 0,028 | 2,237 | 0,397 | 0,889 | 96,4% |
| Unerwartete Veränderung | UVer | -0,182 | 0,202 | -0,232 | 0,394 | 1,185 | 0,045 | 0,102 | 40,8% |

Modell F =3,312; Signifikanz p = 0,078
Modell R² = 0,554; Modell R² adj. = 0,387
Durbin-Watson = 2,957
Effektgröße f² = 1,242; Implizite Teststärke (1-β) = 84,9% (n = 12, α = 0,1)

Tabelle 45: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko mit 2 Prädiktoren und einer Dummy-Variable.

Das Ergebnis der Regressionsanalyse in Tabelle 45 zeigt, dass der Regressionskoeffizient der Variable AAE, die Anzahl der Änderungen, jetzt wie ursprünglich erwartet, einen positives Vorzeichen aufweist. D.h. das regulatorische Risiko nimmt mit der Anzahl der unerwarteten Änderungen der Förderhöhe zu. Die neu hinzugefügte Dummy-Variable DMAP weist einen deutlich negativen Regressionskoeffizienten auf. Das regulatorische Risiko für Technologiesegmente, die mit dem MAP gefördert werden und i.W. private Haushalte als Endkunden aufweisen, weist also aus Sicht der VC-Investoren ein deutlich niedrigeres regulatorisches Risiko auf. Diese Ergebnisse sind allerdings aus statistischer Sicht mit Vorsicht zu interpretieren. Während die Dummy-Variable statistisch signifikant ist ($\alpha < 5\%$), ist die unabhängige Variable AAE mit einem Signifikanzniveau von 0,527 statistisch deutlich nicht signifikant. An

⁸²⁴ Vgl. EEWärmeG 2008, §3 Abs. 1. für die gesetzliche Regelung und Vohrer et al. (2013, S.7ff) sowie BMU (2012a, S.92–94) für die Entwicklung der Marktanteile von Heizungssystemen insgesamt sowie bei Neubauten. Lt. BMU betrug der Anteil der nicht durch das MAP geförderten neu installierten Anlagen im Bereich oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpe) 93 Prozent und NT Solarthermie 75 Prozent, was auf eine relativ geringe Abhängigkeit der Technologiesegmente von der MAP-Förderung hindeutet.

dieser Stelle werden die Grenzen der Regressionsanalyse deutlich, die sich aus der sehr geringen Anzahl der Beobachtungswerte ergeben. Insgesamt erhöht sich aber der Erklärungsbeitrag (von $R^2_{adj} = -0,030$ auf $R^2_{adj} = 0,387$) und die statistische Signifikanz (von $p = 0,464$ auf $p = 0,078$) des Gesamtmodells sehr deutlich durch die Hinzunahme der Dummy-Variable DMAP. Das Ergebnis des Durbin-Watson-Tests ist mit einem Wert von 2,957 nicht eindeutig. Negative Autokorrelation der Residuen kann weder ausgeschlossen noch bestätigt werden.

Die zweite unabhängige Variable, die unerwartete Veränderung der Förderhöhe (UVer), weist immer noch einen nicht erwarteten, negativen Regressionskoeffizienten auf, das regulatorische Risiko nimmt also mit der Höhe der unerwarteten Veränderung der Förderhöhe ab. Allerdings ist der Regressionskoeffizient in beiden Versionen des Regressionsmodells deutlich nicht statistisch signifikant ($p = 0,679$ und $p = 0,394$).⁸²⁵ Betrachtet man eine einfache lineare Regressionsgerade mit der unerwarteten Änderung der Förderhöhe als alleinige unabhängige Variable und dem regulatorische Risiko als abhängige Variable so fällt auf, dass die Korrelation bei negativen Änderungen, also Absenkungen der Förderhöhe, höher ausfällt als bei positiven Änderungen (siehe Abbildung 45). Eine unterschiedliche Wahrnehmung der Risikohöhe für die beiden Gruppen ist sachlogisch nachvollziehbar, da unerwartet negative Änderungen deutlich negative Auswirkungen auf die VC-Gesellschaften haben können, beispielsweise den Konkurs eines Beteiligungsunternehmens und somit den Verlust der Investition, während positive Änderungen im Zweifel sogar die Erfolgsaussichten verbessern.

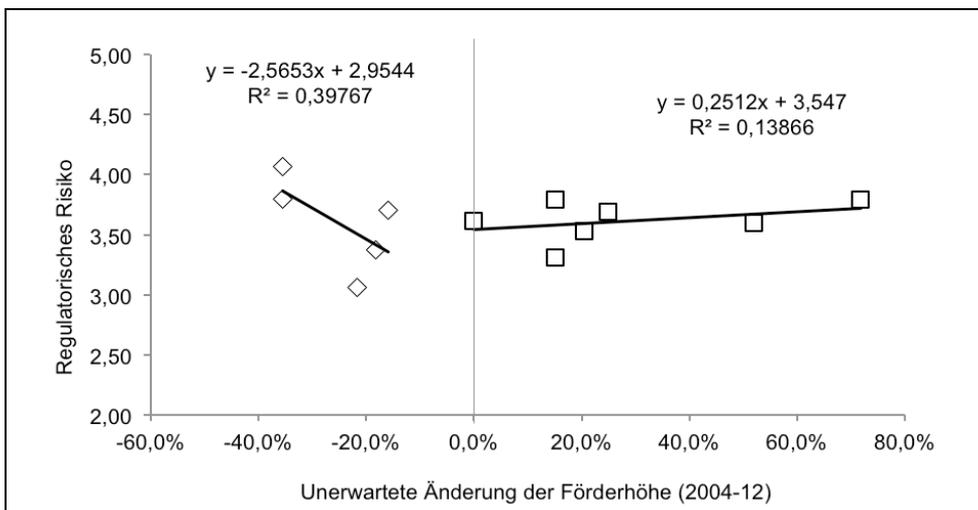


Abbildung 45: Lineare Regressionsanalyse: Einfluss der Änderung der Förderhöhe auf das regulatorische Risiko.

⁸²⁵ Für die Ergebnisse der ersten Regressionsanalyse ohne Dummy-Variable DMAP vgl. Tabelle 44.

Um den Einfluss der Richtung der Förderhöhenveränderung auf das regulatorische Risiko im Kontext mehrerer unabhängiger Variablen abbilden zu können, muss der Effekt in die Regressionsanalyse abgebildet werden. Die Richtung bzw. das Vorzeichen der unerwarteten Änderung der Förderhöhe stellt dabei einen Moderatoreffekt dar, der die Beziehung zwischen der Änderung der Förderhöhe und dem regulatorischen Risiko beeinflusst.⁸²⁶ Die Moderatorvariable ist eine Dummy-Variable mit den Werten 1 für negative Änderungen und 0 für positive Änderungen. Um den Moderatoreffekt korrekt abzubilden, werden neben dieser Dummy-Variable (DRi) für alle drei unabhängigen Variablen (vgl. Tabelle 45) Interaktionsterme aus dem Produkt aus (i) der Änderung der Förderhöhe (UVer), der Anzahl der Änderungen (AAE) sowie der Dummy-Variable (DMAP) und (ii) der Moderatorvariable gebildet und in die Regressionsgleichung aufgenommen.⁸²⁷ Das Ergebnis der Regressionsanalyse nach Bereinigung um deutlich nicht signifikante und hoch korrelierende unabhängige Variablen ist in Tabelle 46 dargestellt.⁸²⁸

| Abhängige Variable: Regulatorische Risiko (RR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CR _R | 3,572 | 0,74 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| SQRT Anzahl Änderungen | AAE | -0,019 | 0,123 | -0,054 | 0,884 | 2,893 | 0,001 | 0,003 | 13,7% |
| Dummy MAP_Endkunde | DMAP | -0,510 | 0,227 | -0,751 | 0,060 | 2,512 | 0,225 | 0,290 | 68,1% |
| Unerwartete Veränderung | UVer | 0,255 | 0,310 | 0,325 | 0,438 | 3,499 | 0,030 | 0,031 | 24,0% |
| Unerwartete Veränderung wenn negativ (Interaktion) | UVer Neg | -1,344 | 0,775 | -0,726 | 0,126 | 3,932 | 0,134 | 0,155 | 50,0% |
| Modell F = 3,859 ; Signifikanz p = 0,058 | | | | | | | | | |
| Modell R ² = 0,688; Modell R ² adj. = 0,510 | | | | | | | | | |
| Durbn-Watson = 3,025 | | | | | | | | | |
| Effektgröße f ² = 2,205; Implizite Teststärke (1-β) = 94,2% (n = 12, α = 0,1) | | | | | | | | | |

Tabelle 46: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko – inkl. Moderatoreffekt: Richtung der Änderung.

Die unabhängige Variable UVer weist nach Aufnahme der Moderatorvariable unverändert einen positiven Regressionskoeffizienten auf und ist weiterhin statistisch nicht signifikant. Positive Veränderungen der Förderhöhe werden also von den VC-Inves-

⁸²⁶ Vgl. Ausführungen zu Moderatorvariablen in Abschnitt 5.3.1.1.

⁸²⁷ Der Interaktionsterm zwischen der Dummy-Variable DMAP und der Dummy Variable für die Richtung der Veränderungen wurde nicht in die Regressionsanalyse aufgenommen, da die resultierende Variable exakt gleich der Dummy-Variable DMAP ist und somit keinen zusätzlichen Erklärungsbeitrag leisten kann.

⁸²⁸ In einem Zwischenschritt wurden sowohl die Dummy-Moderatorvariable D_NegV aufgrund eines sehr hohen VIFs als auch die Variable AAENeg (dem Interaktionsterm aus der Dummy-Moderatorvariable und der Wurzel der Anzahl der Änderungen (AAE)) aufgrund hoher signifikanter Korrelation mit der Variablen AAE (Korrelation = 0,816, Signifikanz = 0,001) aus der Regressionsgleichung eliminiert. Das vollständige Ergebniss der Regressionsanalyse vor den Eliminierungen ist in Anhang 8.11, Tabelle 74 dargestellt.

toren zwar als leicht risikoe erhöhend wahrgenommen, sie sind aber statistisch nicht signifikant ($p = 0,438$). Der Regressionskoeffizient für den Interaktionsterm, der ausschließlich negative Veränderungen der Förderhöhe abbildet (UverNeg), ist deutlich negativ, aber statistisch knapp nicht signifikant ($p = 0,126$). Negative Veränderungen der Förderhöhe werden also als stark risikoe erhöhend wahrgenommen, wenn auch statistisch knapp nicht signifikant. Trotz der fehlenden statistischen Signifikanz, die sehr wahrscheinlich in der zu geringen Anzahl von Beobachtungswerten begründet ist, kann aufgrund der deutlich unterschiedlichen Vorzeichen und Ausprägung der Regressionskoeffizienten die aus Abbildung 45 abgeleitete Vermutung, dass es einen Unterschied in der Wahrnehmung zwischen unerwarteten positiven und unerwarteten negativen Änderungen der Förderhöhe gibt zumindest ansatzweise untermauert werden. Der Erklärungsbeitrag des Gesamtmodells erhöht sich durch die Aufnahme des einen Interaktionsterms gegenüber dem Regressionsmodell ohne Interaktionsterm auf ein R^2_{adj} von 0,510. Die Teststärke beträgt jetzt 94,2 Prozent. Mit einem Signifikanzwert von $p = 0,058$ kann das Gesamtmodell insgesamt als statistisch signifikant ($\alpha < 10\%$) bewertet werden.⁸²⁹ Das Ergebnis der Regressionsanalyse zeigt auch deutlich, dass die unabhängige Variable AAE, die Anzahl der Änderungen der Förderhöhe, statistisch deutlich nicht signifikant ist ($p = 0,884$). Um das Signifikanzniveau und die Teststärke der zweiten vermuteten Kausalbeziehung besser bestimmen zu können, wird die Variable AAE abschließend aus der Regressionsgleichung entfernt.

| Abhängige Variable: Regulatorisches Risiko (RR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|----------------------------|-----------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr^2) | Effektg. (f^2) | Test- stärke |
| Konstante | CR _R | 3,552 | 0,100 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Dummy MAP_Endkunde | DMAP | -0,536 | 0,144 | -0,788 | 0,006 | 1,149 | 0,540 | 1,730 | 99,9% |
| Unerwartete Veränderung | UVer | 0,242 | 0,278 | 0,308 | 0,410 | 3,209 | 0,030 | 0,095 | 39,3% |
| Unerwartete Veränderung wenn negativ (Moderator) | UVer Neg | -1,289 | 0,643 | -0,696 | 0,080 | 3,083 | 0,158 | 0,502 | 85,1% |

Modell F = 5,853 ; Signifikanz p = 0,020
 Modell R² = 0,687; Modell R² adj. = 0,570
 Durbin-Watson = 3,039
 Effektgröße f² = 2,195; Implizite Teststärke (1-β) = 97,7% (n = 12, α = 0,1)

Tabelle 47: Regressionsanalyse: Regulatorische Risiko – inkl. Moderatoreffekt: Richtung der Änderung.

Das Ergebnis in Tabelle 47 bestätigt grundsätzlich das bisherige Ergebnis: Die Dummy-Variable DMAP weist einen negativen Regressionskoeffizienten auf und ist statistisch deutlich signifikant ($p = 0,006$). Die unabhängige Variable UVer, die unerwartete Veränderung der Förderhöhe, weist einen positiven Regressionskoeffizienten auf, ist

⁸²⁹ Der Durbin-Watson-Test lässt mit einem Wert von 3,037 keine Aussage zu einer möglichen Autokorrelation der Residuen zu ($\alpha < 5\%$).

aber weiterhin nicht statistisch signifikant ($p = 0,410$). Der Interaktionsterm *UVerNeg* weist einen positiven Regressionskoeffizienten auf und ist ebenfalls statistisch signifikant ($p = 0,080$). Das regulatorische Risiko wird also umso höher eingeschätzt, je höher die unerwartete Absenkung der Förderhöhe in der Vergangenheit ausgefallen ist. Die Teststärke der einzelnen Regressionskoeffizienten ist für die Dummy-Variable *MAP* (99,9%), sowie die bewertete Variable *UVerNeg* (85,1%) ausreichend hoch, um nicht von einem zufälligen Ergebnis ausgehen zu müssen. Das Gesamtmodell weist in dieser letzten Konstellation mit einem R^2_{adj} von 0,570 den höchsten Erklärungsbeitrag aller durchgeführten Regressionsanalysen auf. Der Erklärungsbeitrag ist deutlich signifikant ($p = 0,020$) und die dazugehörige Teststärke liegt bei 97,7 Prozent.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Hypothese 2-d, nach der die Anzahl der Förderänderungen die Wahrnehmung des regulatorischen Risikos positiv beeinflusst, verworfen werden muss. Der im ersten Analyseschritt aufgedeckte negative und nicht statistisch signifikante Zusammenhang kann sachlogisch nicht zutreffend sein.⁸³⁰ Vielmehr besteht möglicherweise ein Zusammenhang zwischen der Art der finanziellen Förderung (einmaliger Investitionszuschuss und Nutzungsverpflichtung (*MAP*) vs. langfristig garantierte Vergütung (*EEG*)) sowie der im Technologiesegment vorherrschenden Marktstruktur (private Endkunden vs. institutionelle Investoren) auf der einen und der Wahrnehmung des regulatorischen Risikos auf der anderen Seite.

Die Hypothese 2-e kann mit dem einschränkenden Hinweis auf eine zu geringe Teststärke, zumindest für den Fall der unerwarteten Absenkung der Förderhöhe, bestätigt werden. Wie erwartet beeinflusst diese die Wahrnehmung des regulatorischen Risikos durch die *VC*-Investoren. Im Falle eines unerwarteten Anstiegs der Förderhöhe lässt sich ebenfalls ein leichter Anstieg des wahrgenommenen regulatorischen Risikos feststellen. Dieser ist allerdings statistisch deutlich nicht signifikant.

6.3.3.6 *Hypothesen zum finanziellen Renditepotential*

Abschließend werden die beiden Hypothesen zum Einfluss von sektorspezifischen Merkmalen auf das finanzielle Renditepotential überprüft.

Hypothese 2-f: Je größer der potentielle Absatzmarkt für eine Technologie ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologiesegment eingeschätzt.

⁸³⁰ Es wurde in einer Nebenrechnung auch untersucht, ob anstatt der Anzahl der Änderungen die Höhe der durchschnittlichen Änderung das regulatorische Risiko beeinflusst. Dies ist aber ebenfalls nicht der Fall. Tendenziell weisen die Technologiesegmente mit der höchsten Anzahl an Änderungen auch die im Durchschnitt höchste Änderung der Förderhöhe auf. Dies ist dadurch zu erklären, dass sich einzelne Änderungen in der Gesamtbetrachtung teilweise aufheben, wenn z.B. eine Erhöhung auf eine Absenkung folgt, was bei der Betrachtung der durchschnittlichen Änderung dieser Effekte aber nicht zutrifft, da jede einzelne Änderung zur Berechnung der durchschnittlichen Änderung herangezogen wird.

Hypothese 2-g: Je höher die Profitabilität in einem Technologie-Marktsegment ist, desto höher wird das finanzielle Renditepotential für Investitionen in diesem Technologie-segment eingeschätzt.

Wie bereits bei der Überprüfung der Hypothese 2-b gezeigt, ist die unabhängige Variable »Marktgröße« nicht normal, sondern rechtsschief verteilt (vgl. Abbildung 41). Die unabhängige Variable wird daher vor der Aufnahme in die Regressionsanalyse logarithmisch transformiert. Das gleiche Problem ergibt sich für die Profitabilität der Technologie-segmente. Durch zwei sehr negative Werte ergibt sich eine deutlich links-schiefe Verteilung der unabhängigen Variablen (vgl. Abbildung 46).

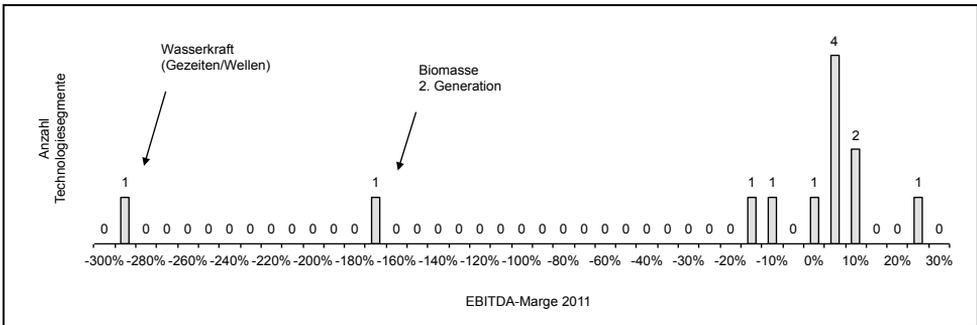


Abbildung 46: Häufigkeitsverteilung der unabhängigen Variable »Profitabilität«.

Bei den beiden deutlich negativen Beobachtungswerten handelt es sich um die Technologie-segmente »Gezeiten- und Wellen-Wasserkraft« sowie »Biomasse der 2. Generation«. Beide Technologie-segmente gehören entsprechend der Kategorisierung aus Abschnitt 5.4.1.5 zu den sogenannten Schrittmachertechnologien, die sich noch ganz am Anfang ihres Lebenszyklus befinden. Unternehmen, die in einem solchen Technologie-segment tätig sind, weisen üblicherweise aufgrund hoher Ausgaben für Forschung und Entwicklung bei gleichzeitig keinen oder nur geringen Umsätzen deutlich negative operative Ergebnisse aus. Daraus lässt sich allerdings nicht, wie in der vorliegenden Analyse grundsätzlich unterstellt, auf ein geringes finanzielles Renditepotential des Technologie-segmentes schließen. Aus diesem Grund scheint es sinnvoll, diese Technologie-segmente, die als Schrittmachertechnologien kategorisiert wurden, aus der Analyse zu entfernen. Die Analyseergebnisse gelten dementsprechend auch explizit nur für Technologie-segmente, die keine Schrittmachertechnologien mehr sind.⁸³¹ Außerdem wurde der Beobachtungswert für das Technologie-segment Hochtemperatur-Solarthermie aus der Regressionsanalyse eliminiert, da hier nur für ein kleines Unternehmen

⁸³¹ Eine aus methodischer Sicht elegantere Variante wäre, die Position im Technologielebenszyklus mittels einer Dummy-Variablen zu kontrollieren. Hiefür wäre es allerdings erforderlich, dass für jede Position eine ausreichende Anzahl an Beobachtungswerten zur Verfügung steht. Dies ist in der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall, sodass dieses Vorgehen aufgrund der geringen Anzahl an Beobachtungswerten hier nicht möglich ist.

die Profitabilität anhand veröffentlichter Unternehmenskennzahlen bestimmt werden konnte und es somit nicht möglich war, einen verlässlichen Wert für das Technologiesegment zu bestimmen.⁸³²

| Abhängige Variable: Finanzielles Renditepotential (FR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Ef- fektg.(f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CF _R | 2,757 | 0,255 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Profitabilität | Pro | 2,033 | 0,993 | 0,653 | 0,087 | 1,355 | 0,314 | 0,697 | 85,1% |
| Ln(Marktgröße) | MktG | -0,041 | 0,087 | -0,150 | 0,654 | 1,355 | 0,017 | 0,037 | 22,9% |

Modell F = 3,662 ; Signifikanz p = 0,091
 Modell R² = 0,550; Modell R² adj. = 0,400
 Durbin-Watson = 1,690
 Effektgröße f² = 1,222; Implizite Teststärke (1-β) = 78,1% (n = 9, α = 0,1)

Tabelle 48: Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential.

Die Profitabilität innerhalb eines Marktsegments (Pro) hat aus statistischer Sicht, wie vermutet, einen signifikanten Einfluss auf die Einschätzung des finanzielle Renditepotentials ($p = 0,087$), wenn sie wie im vorliegenden Fall in der Betrachtung gleichzeitig für die Marktgröße des Marktsegmentes kontrolliert wird. Die Nullhypothese, dass die Profitabilität in einem Technologiesegment keinen Einfluss auf das finanzielle Renditepotential hat, kann somit zugunsten der Hypothese 2-g verworfen werden. Die Marktgröße hingegen weist in der vorliegenden Analyse keinen statistisch signifikanten Einfluss auf das finanzielle Renditepotential auf ($p = 0,654$). Der Regressionskoeffizient hat ein negatives Vorzeichen, was darauf hindeutet, dass sich die Marktgröße, wenn überhaupt, dann negativ und nicht, wie eigentlich erwartet, positiv auf das finanzielle Renditepotential auswirkt. Ein solcher negativer linearer Zusammenhang wäre aus sachlogischer Sicht allerdings nur bedingt nachvollziehbar. Zwar könnte vermutet werden, dass mit zunehmender Marktgröße die Anzahl der Wettbewerber in einem Technologiesegment zunimmt und somit das finanzielle Renditepotential aufgrund der Wettbewerbsintensität für die einzelnen Marktteilnehmer tendenziell abnimmt. Grundsätzlich sollten größere Marktsegmente aber im Vergleich zu kleinen Marktsegmenten ein höheres finanzielles Renditepotential bieten, da Marktteilnehmer hier ein größeres Umsatzvolumen erzielen können.

Eine mögliche Erklärung für die fehlende statistische Signifikanz und das negative Vorzeichen des Regressionskoeffizienten könnte sein, dass der Zusammenhang zwischen Marktgröße und finanziellem Renditepotential nicht linear verläuft. Das finanzielle Renditepotential könnte zuerst mit der Größe des Marktsegmentes zunehmen, um später ab einer bestimmten Größe wieder abzunehmen. Ein solcher nicht-

⁸³² Vgl. Tabelle 71 in Anhang 8.8.

linearer Zusammenhang kann durch die Hinzunahme eines Wachstumsterms, die quadrierte Variable MgtG (MktGQ), in das Regressionsmodell überprüft werden. Um bei der geringen Anzahl der Beobachtungswerte eine statistische Aussagekraft der Regressionsanalyse zu erreichen, wird die Regressionsanalyse allein mit der Variable »Marktgröße« (MktG) und dem Wachstumsterm »Marktgröße²« (MktGQ) durchgeführt.⁸³³

| Abhängige Variable: Finanzielles Renditepotential (FR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CF _R | 2,911 | 0,126 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Ln(Marktgröße) | MktG | 0,213 | 0,166 | 0,901 | 0,230 | 8,913 | 0,091 | 0,184 | 55,3% |
| Ln(Marktgröße) ² | MktGQ | -0,097 | 0,045 | -1,493 | 0,062 | 8,913 | 0,250 | 0,504 | 85,6% |

Modell F = 4,588 ; Signifikanz p = 0,042
 Modell R² = 0,505; Modell R²adj. = 0,395
 Durbin-Watson = 2,580
 Effektgröße f² = 1,020; Implizite Teststärke (1-β) = 86,7 % (n = 12, α = 0,1)

Tabelle 49: Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential.

Das Ergebnis der Regressionsanalyse bestätigt die Vermutung, dass es sich bei dem Zusammenhang zwischen Marktgröße und finanziellem Renditepotential sehr wahrscheinlich um einen nicht-linearen Zusammenhang handelt. Der Regressionskoeffizient für die einfache unabhängige Variable MktG ist positiv, wenn auch statistisch nicht signifikant (p = 0,231), während der Wachstumsterm MktGQ ein negatives Vorzeichen aufweist und statistisch deutlich signifikant ist (p = 0,062). Das Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass das finanzielle Renditepotential anfangs mit zunehmender Marktgröße leicht zunimmt, um dann, ab einer hier nicht näher bestimmten Marktgröße, wieder abzunehmen. Dieser bestätigte nicht lineare Zusammenhang ist in Abbildung 47 dargestellt.

⁸³³ Für die Variable »Profitabilität des Marktsegmentes« (Pro) liegen aufgrund der Eliminierung zweier Ausreißer und einem fehlenden Beobachtungswert insgesamt nur 9 Beobachtungswerte vor. Dies führt bei einer multiplen Regressionsanalyse mit drei unabhängigen Variablen zu einer deutlichen Reduzierung der verfügbaren Beobachtungswerte in der Gesamtanalyse und zu einer deutlich geringeren Aussagekraft der Regressionsergebnisse. Die vollständige Regressionsanalyse mit allen drei unabhängigen Variablen ist in Tabelle 75 in Anhang 8.12 dargestellt. In dieser Analyse weisen alle drei unabhängigen Variablen einen nicht statistisch signifikanten Regressionskoeffizienten auf, der Erklärungsbeitrag des Gesamtmodells R²adj liegt mit 0,465 aber leicht höher als der Erklärungsbeitrag der vorherigen Regressionsanalyse.

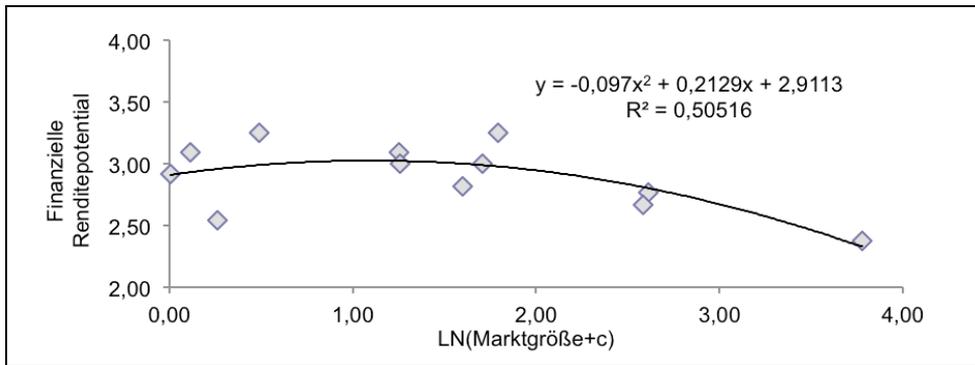


Abbildung 47: Nicht linearer Zusammenhang zwischen Marktgröße und finanziellem Renditepotential.

6.3.3.7 Zwischenfazit zum Einfluss kausal vorgelagerter sektorspezifischer Merkmale auf die Ausprägung sektorspezifischer Einflussfaktoren für einzelne Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors

Die Analyse der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor auf Ebene der einzelnen Technologiesegmente bestätigt, dass verschiedene sektorspezifische Merkmale, je nach Ausprägung, die Risiken und Renditepotentiale im Erneuerbare-Energien-Sektor mit beeinflussen. Insgesamt konnte trotz der geringen Anzahl an Beobachtungswerten zu jedem der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis mindestens ein sektorspezifisches Merkmal identifiziert werden, das einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Ausprägung des jeweiligen sektorspezifischen Einflussfaktors hat.

Technologierisiko

Die Position des Technologiesegments im Technologielebenszyklus beeinflusst die Ausprägung des Technologierisikos. Mit zunehmender Reife der Technologie nimmt die Vorhersehbarkeit der Erreichbarkeit technologischer Entwicklungsziele zu und somit das Technologierisiko aus Sicht der VC-Gesellschaften ab (Bestätigung: Hypothese 2-a). Neben diesem bereits vermuteten Zusammenhang konnte im Rahmen der Ausreißer-Analyse am Beispiel der tiefen Geothermie-Technologie vermutlich ein weiteres sektorspezifisches Merkmal identifiziert werden, welches einen Einfluss auf das Technologierisiko hat. Die »Unsicherheit bei der Anwendung der Technologie«, in diesem konkreten Fall das Fündigkeitsrisiko und die Auslösung ungewollter seismischer Aktivitäten, erhöhen aus Sicht der VC-Gesellschaften vermutlich auch das Technologierisiko. Während das Aufkommen von Sonnenstrahlung, Wind, Wassermengen, Wellen, Gezeiten und Biomasse an geplanten Standorten für Anlagen zur Energiegewinnung, wenn auch teilweise mit beträchtlichem Aufwand und über einen längeren

Zeitraum, relativ gut vorab ermittelt werden können, besteht bei der tiefen Geothermie eine solche Sicherheit bzgl. dem Aufkommen von Erdwärme bisher nicht.⁸³⁴

Marktrisiko

Das Marktwachstum eines Technologiesegments beeinflusst die Ausprägung des Marktrisikos, allerdings nicht wie ursprünglich vermutet. Mit zunehmendem Marktwachstum nimmt das Marktrisiko aus Sicht der VC-Gesellschaften zu und nicht ab (Ablehnung: Hypothese 2-c). Die Ergebnisse der Konstruktmessung, in der nur das Markteintrittsrisiko und das Wettbewerbsrisiko als signifikante Indikatoren des Marktrisikos bestätigt wurden, können einen Hinweis auf die Ursachen geben. Möglicherweise erschwert ein hohes Marktwachstum jungen Technologieunternehmen den Markteintritt, da die Planbarkeit und die Umsetzung eines ökonomisch erfolgreichen Markteintritts schwieriger wird. Außerdem könnte ein hohes Marktwachstum zu einem höheren Wettbewerb in einem Marktsegment führen, wenn dadurch mehr und vor allem größere Wettbewerber in diesem tätig werden. Etwas überraschend hat die Marktgröße keinen statistisch signifikanten Einfluss auf das Marktrisiko eines Technologiesegments (Ablehnung Hypothese 2-b). Weder nimmt das Marktrisiko, wie vermutet, mit zunehmender Marktgröße ab, noch nimmt es aus statistischer Sicht zu.

Regulatorische Risiko

Die unerwartete Veränderung der Förderhöhe wirkt sich auf das regulatorische Risiko eines Technologiesegments aus. Statistisch signifikant ist dies allerdings nur für den Fall, dass es sich um eine Absenkung der Förderhöhe handelt. Steigt die finanzielle Förderung an, so nimmt das regulatorische Risiko zwar ebenfalls zu, jedoch nur in einem geringen, statistisch nicht signifikanten Maße (teilweise Bestätigung: Hypothese 2-e). Die Anzahl der Änderungen der Förderung spielt hingegen keine Rolle, wenn man die Auswertung für die Art des Fördermechanismus kontrolliert (Ablehnung: Hypothese 2-d). Die Ergebnisse der Auswertung deuten darauf hin, dass möglicherweise eine Förderung, die auf einem einmaligen direkten Zuschuss basiert (MAP), zu einem geringeren regulatorischen Risiko führt als eine Förderungen, die den Investoren eine Abnahmegarantie für erzeugte Energie (EEG) gibt. Es könnte aber auch der Fall sein, dass eine von der öffentlichen finanziellen Förderung unabhängige Verstärkung der Marktnachfrage durch eine Nutzungsverpflichtung den beobachteten Effekt für die durch MAP geförderten Technologien verursacht hat.

⁸³⁴ Es kann diskutiert werden, dass das Anwendungsrisiko ein separates, vom Technologierisiko getrenntes sektorspezifisches Merkmal darstellt und nicht unter dem Technologierisiko subsumiert werden sollte. Es hängt aber letztendlich davon ab, wie trennscharf das Konstrukt Technologierisiko definiert wird.

Finanzielles Renditepotential

Die Profitabilität der Unternehmen innerhalb eines Technologiesegementes hat wie erwartet einen positiven Effekt auf die Beurteilung des finanziellen Renditepotentials durch die VC-Gesellschaften, zumindest dann wenn es sich bei dem Technologiesegment nicht um eine Schrittmachertechnologie handelt (teilweise Bestätigung: Hypothese 2-g). Außerdem beeinflusst die Marktgröße das finanzielle Renditepotential eines Technologiesegementes. Mit zunehmender Marktgröße nimmt das wahrgenommene finanzielle Renditepotential anfangs leicht zu, um dann mit weiter zunehmender Marktgröße wieder deutlich abzunehmen (teilweise Bestätigung: Hypothese 2-f). Größere Marktsegmente sind aus Unternehmenssicht tendenziell wirtschaftlich attraktiver, da sie ceteris paribus ein höheres Absatzmarktpotential bieten. Diese Vorteilhaftigkeit nimmt allerdings nach den vorliegenden Daten ab einer bestimmten Größe wieder ab. Dieser Effekt könnte darauf zurückzuführen sein, dass in den größeren Marktsegmenten ein höherer Wettbewerbsdruck zwischen bereits etablierten Marktteilnehmern herrscht.

Zwischenfazit

Auch wenn die Aussagekraft der statistischen Auswertung aufgrund der geringen Anzahl an Beobachtungswerten teilweise deutlich eingeschränkt ist, lässt sich festhalten, dass unterschiedliche Merkmale der Technologiesegemente, wie vermutet, zu einer unterschiedlichen Ausprägung der sektorspezifischen Risiken und Renditepotentiale führen. Eine Gesamtbetrachtung des Erneuerbare-Energien-Sektors – ohne Differenzierung nach einzelnen Technologiesegmenten – wird aufgrund der zum Teil deutlich unterschiedlichen Segment-Merkmale je nach untersuchter Fragestellung zu einem ungenauen Ergebnis führen. Dies könnte auch die in der wissenschaftlichen Literatur zu findenden zum Teil widersprüchlichen Forschungsergebnisse zum Thema Attraktivität von VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor erklären.

6.3.4 Überprüfung der Hypothesen zum Einfluss spezifischer Merkmale der VC-Gesellschaften auf deren Investitionsverhalten

Im nächsten Abschnitt wird überprüft, ob und wenn ja, wie bestimmte Merkmale der VC-Gesellschaften die Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis und dementsprechend möglicherweise auch das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor beeinflussen (Forschungsfrage 3). Insgesamt wurden hierzu drei Hypothesen formuliert, die Hypothesen 3-a bis 3-c, die nachfolgend sukzessive überprüft werden.

6.3.4.1 Hypothesen zur Investorenerfahrung der VC-Gesellschaften

Als erstes der für VC-Gesellschaften kennzeichnenden Merkmale wird der Einfluss der Investorenerfahrung der VC-Gesellschaft auf die Beurteilung von Risiken und Renditepotentialen untersucht.

Hypothese 3-a: VC-Investoren, die bereits Investorenerfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt haben, schätzen die Risiken und Renditepotentiale von Investitionen in diesem Sektor insgesamt ceteris paribus höher ein als Investoren ohne sektorspezifische Investorenerfahrung.

Die Investorenerfahrung der VC-Gesellschaften wurde in Abschnitt 5.4.2 mit Hilfe der absoluten Anzahl der von Ihnen im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigten Investitionen operationalisiert. Die hierfür benötigten Informationen wurden im Rahmen der Befragung direkt bei den VC-Gesellschaften erhoben. Im Durchschnitt hatten die in der Studie befragten VC-Gesellschaften 7,19 Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigt, der Median liegt etwas niedriger, bei 5,00 getätigten Investitionen.

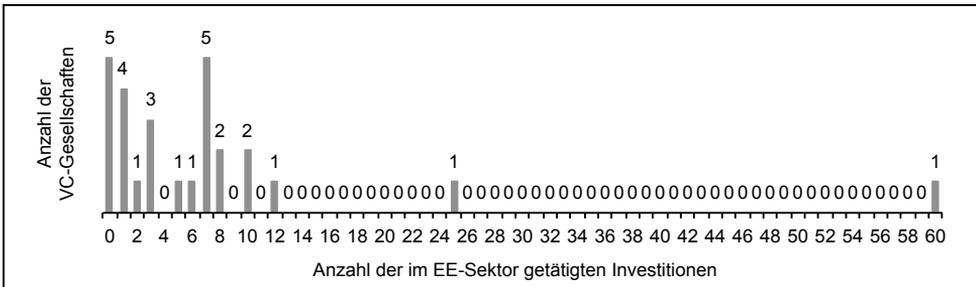


Abbildung 48: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der im EE-Sektor getätigten Investitionen.

Die Häufigkeitsverteilung in Abbildung 48 zeigt, dass ein Drittel der befragten Unternehmen zum Zeitpunkt der Befragung noch keine (Anzahl VC-Gesellschaften: $n = 5$) bzw. nur eine einzige ($n = 4$) Investition im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigt hatten. Um einen statistisch möglichst belastbaren Vergleich der Risiko- und Renditeeinschätzung zwischen unerfahrenen und erfahrenen Investoren durchführen zu können, bietet es sich an, die Gesamtheit der befragten VC-Gesellschaften anhand inhaltlicher Kriterien in zwei Gruppen zu unterteilen. VC-Gesellschaften mit weniger als drei getätigten Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor werden der Gruppe der unerfahrenen VC-Investoren zugeordnet ($n = 10$). Ab drei getätigten Investitionen kann davon ausgegangen werden, dass VC-Gesellschaften eine gewisse Erfahrung mit Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor besitzen. VC-Gesellschaften mit drei oder mehr getätigten Investitionen werden daher der Gruppe der erfahrenen Investoren zugeordnet ($n=17$).

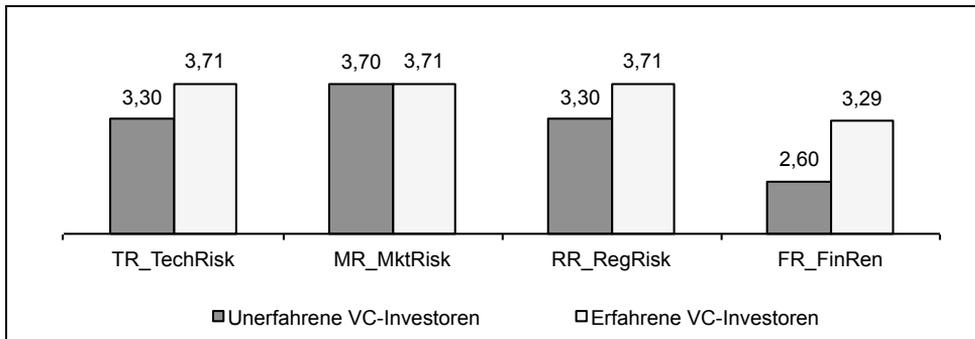


Abbildung 49: Vergleich der Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren.

Die einfache deskriptive Auswertung der durchschnittlichen Einschätzung von sektorspezifischen Risiken und Renditepotential in Abbildung 49 zeigt, dass erfahrene VC-Gesellschaften insbesondere das Technologierisiko, aber auch das regulatorische Risiko höher einschätzen als unerfahrene VC-Investoren. Der größte Unterschied in der Bewertung sektorspezifischer Einflussfaktoren betrifft allerdings das finanzielle Renditepotential. Während unerfahrene VC-Investoren das finanzielle Renditepotential als eher gering einschätzen ($\bar{X} = 2,60$), bewerten erfahren VC-Investoren das finanzielle Renditepotential als leicht erhöht ($\bar{X} = 3,29$). Mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben werden die Mittelwertunterschiede zwischen den beiden Gruppen auf statistische Signifikanz hin untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 50 aufgeführt.

| Variable | Gruppe | Anzahl Befragte | Mittelwert | Std.-fehler | T | Sig. (1-seitig) | Teststärke ⁸³⁵ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|-----------------|------------|-------------|--------|-----------------|---------------------------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|---|----|------|-------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|---|----|------|-------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|
| Technologierisiko | 1 | 17 | 3,71 | 0,588 | -1,641 | 0,056 | 62,4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 10 | 3,30 | 0,675 | | | | Marktrisiko | 1 | 17 | 3,70 | 0,588 | -0,022 | 0,491 | 10,6% | 0 | 10 | 3,71 | 0,823 | Regulatorisches Risiko | 1 | 17 | 3,71 | 0,470 | -1,844 | 0,038 | 67,7% | 0 | 10 | 3,30 | 0,675 | Finanzielle Renditepotential | 1 | 17 | 3,29 | 0,686 | -2,521 | 0,009 | 88,0% |
| Marktrisiko | 1 | 17 | 3,70 | 0,588 | -0,022 | 0,491 | 10,6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 10 | 3,71 | 0,823 | | | | Regulatorisches Risiko | 1 | 17 | 3,71 | 0,470 | -1,844 | 0,038 | 67,7% | 0 | 10 | 3,30 | 0,675 | Finanzielle Renditepotential | 1 | 17 | 3,29 | 0,686 | -2,521 | 0,009 | 88,0% | 0 | 10 | 2,60 | 0,699 | | | | | | | | |
| Regulatorisches Risiko | 1 | 17 | 3,71 | 0,470 | -1,844 | 0,038 | 67,7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 10 | 3,30 | 0,675 | | | | Finanzielle Renditepotential | 1 | 17 | 3,29 | 0,686 | -2,521 | 0,009 | 88,0% | 0 | 10 | 2,60 | 0,699 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Finanzielle Renditepotential | 1 | 17 | 3,29 | 0,686 | -2,521 | 0,009 | 88,0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 10 | 2,60 | 0,699 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabelle 50: Vergleich der Mittelwerte für erfahrene (1) und unerfahrene (0) VC-Investoren.

Die statistische Analyse zeigt, dass die zu beobachtende höhere Einschätzung des Technologierisikos, des regulatorischen Risikos und des finanziellen Renditepotentials durch erfahrene VC-Investoren statistisch deutlich signifikant ist ($\alpha < 10\%$, $\alpha < 5\%$ und

⁸³⁵ Eine Voraussetzung, um die Teststärke verlässlich zu bestimmen, besteht darin, dass entweder die Standardabweichung der beiden Gruppen gleich groß ist oder die Anzahl der Beobachtungswerte der beiden Gruppen nicht substantiell unterschiedlich groß ist (Vgl. G*Power 3.1 manual, 2014, S.50). In dem vorliegenden Fall sind sowohl die Standardabweichungen der Gruppen als auch die Anzahl der Beobachtungswerte in den Gruppen ($n_1 = 17$ und $n_2 = 10$) deutlich unterschiedlich. Auch wenn der Unterschied in der Anzahl der Beobachtungswerte nicht sehr groß ist, müssen die ausgewiesenen Werte der Teststärken unter Vorbehalt betrachtet werden.

$\alpha < 1\%$).⁸³⁶ Dieses Ergebnis bestätigt grundsätzlich die aus der wissenschaftlichen Literatur bekannte Beobachtung, dass erfahrene Investoren Risiken höher bewerten als unerfahrene Investoren.⁸³⁷ Neu ist die Erkenntnis, dass von Ihnen gleichzeitig auch das finanzielle Renditepotential höher eingeschätzt wird. Möglicherweise, weil erfahrene Investoren aufgrund ihrer Erfahrung und ihres Netzwerkes besser in der Lage sind, bestehende Renditepotentiale zu erkennen, diese mit Hilfe ihres Netzwerkes zu realisieren oder zusätzliche Renditepotentiale durch Synergien mit bestehenden Beteiligungsunternehmen zustande bringen. Es wäre aber auch denkbar, dass erfahrene VC-Gesellschaften einfach einen besseren und schnelleren Zugang zu den attraktiven Investitionsgelegenheiten haben, die sich im Markt bieten. Sollte sich im nächsten Abschnitt bestätigen, dass erfahrene VC-Investoren trotz der als höher eingeschätzten Risiken ihr Investitionsverhalten nicht stärker einschränken als unerfahrene VC-Investoren, könnte die bessere Beurteilung des Renditepotentials hierfür eine naheliegende Erklärung bieten.

Die Teststärke ist aufgrund der geringen Anzahl der Beobachtungswerte jedoch, wie zu erwarten, gering. Für den Unterschied in der Bewertung des Technologierisikos liegt sie mit 62,4 Prozent und beim regulatorischen Risiko mit 67,7 Prozent unter der vorab als gerade noch ausreichend festgelegten Schwelle von 70 Prozent. Allein der Unterschied bei der Bewertung des finanziellen Renditepotentials weist mit 88,0 Prozent eine zufriedenstellende Teststärke auf. Die Effektgröße ist in diesem Fall ausreichend hoch, um einen tatsächlich bestehenden Mittelwertunterschied zwischen den beiden Gruppen trotz der geringen Anzahl von Beobachtungswerten verlässlich mittels statistischer Methoden zu identifizieren. Auch wenn die Teststärke aufgrund der geringen Anzahl von Beobachtungswerten knapp nicht ausreichend ist, kann die Hypothese 3-a sehr wahrscheinlich mit Blick auf das Technologierisiko, das regulatorische Risiko und das finanzielle Renditepotential bestätigt und mit Blick auf das Marktrisiko verworfen werden. Inwieweit sich Investmenterfahrung und die damit verbundene höhere Einschätzung von Risiken und finanziellem Renditepotential tatsächlich auch auf das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften auswirken, ist Gegenstand der nächsten Hypothese 3-b.

Hypothese 3-b: VC-Investoren, die bereits Investmenterfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt haben, schränken sich in ihrem Investmentverhalten trotz der als höher wahrgenommenen Risiken nicht stärker ein als Investoren, die nicht über diese spezielle Investmenterfahrung verfügen

⁸³⁶ Dieses Ergebnis ergibt sich mit kleinen Unterschieden in der statistischen Signifikanzen auch, wenn die Gruppe bereits ab zwei (2) getätigten Investitionen in unerfahrene Investoren (<2 getätigte Investitionen) und erfahrene Investoren (≥ 2 getätigte Investitionen) geteilt wird. Trennt man die Gruppen ab vier (4) getätigten Investitionen ist der Effekt ebenfalls noch messbar, er schwächt sich aber bereits ab. Bei einer Trennung der Gruppen ab 8 getätigten Investitionen ist der Effekt nicht mehr statistisch signifikant, da der Gruppe der unerfahrenen Investoren hier bereits zu viele erfahrene VC-Investoren angehören.

⁸³⁷ Vgl. Ausführung in Abschnitt 4.4.1 bzw. vgl. Bygrave (1987, S.139ff.), Norton und Tenenbaum (1993, S.431).

Mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests wird überprüft, ob sich die Verteilung von VC-Gesellschaften die ihr Investitionsverhalten anpassen, und VC-Gesellschaften, die ihr Investitionsverhalten nicht anpassen, für die aus unerfahrenen und erfahrenen VC-Gesellschaften gebildeten Gruppen unterscheiden.

| Verteilung Anpassung des Investitionsverhaltens | Keine Anpassung | Anpassung | Gesamt |
|---|-----------------|------------|-------------|
| Geringe Investmenterfahrung | 3 (30,0%) | 7 (70,0%) | 10 (100,0%) |
| Hohe Investmenterfahrung | 9 (52,9%) | 8 (47,1%) | 17 (100,0%) |
| Gesamt | 12 (44,4%) | 15 (55,6%) | 27 (100,0%) |

Chi-Quadrat = 1,342; Asymptotische Signifikanz = 0,123 (einseitig)

Effektstärke $w = 0,223$; Teststärke = 31,6%

Tabelle 51: Kreuztabelle: Investmenterfahrung und Anpassung des Investmentverhaltens.

Die Verteilung der Beobachtungswerte in der Kreuztabelle (Tabelle 51) zeigt, dass 70,0 Prozent der unerfahrenen VC-Investoren ihr Investmentverhalten einschränkend anpassen, aber nur 47,1 Prozent der erfahrenen VC-Investoren dies ebenfalls tun. Diese rein deskriptive Betrachtung der Befragungsergebnisse deutet auf eine Bestätigung der Hypothese 3-b hin: Erfahrene VC-Investoren schränken ihr Investmentverhalten trotz einer höheren Einschätzung der sektorspezifischen Risiken im Erneuerbare-Energien-Sektor nicht nur nicht stärker, sondern sogar deutlich weniger häufig ein als unerfahrene VC-Investoren. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen (unerfahrene VC-Investoren vs. erfahrene VC-Investoren) ist aus statistischer Sicht allerdings knapp nicht signifikant auf dem 10%-Signifikanzniveau. Die Teststärke ist mit 31,6 Prozent deutlich zu gering, um hier von einem nicht zufälligen Ergebnis ausgehen zu können. Mit einer statistischen Signifikanz von $p = 0,123$ liefert der Chi-Quadrat-Test für die Kreuztabelle in Anbetracht der geringen Anzahl an Beobachtungswerten aber durchaus einen ernst zu nehmenden Hinweis darauf, dass die zu beobachtende unterschiedliche Verteilung zwischen den beiden Gruppen möglicherweise nicht zufällig zustande gekommen ist. Dieses Ergebnis alleine betrachtet, stimmt mit dem in der wissenschaftlichen Literatur zu findenden Erklärungsansatz überein, dem zufolge erfahrene VC-Investoren besser in der Lage sind mit den als höher eingeschätzten Risiken umzugehen und aus diesem Grund ihr Investmentverhalten nicht stärker einschränken, als dies unerfahrene VC-Investoren tun, welche die Risiken weniger hoch einschätzen.⁸³⁸ Die Ergebnisse der deskriptiven Datenauswertung in Abbildung 50 und die statistische Überprüfung der Mittelwertunterschiede in Tabelle 50 haben allerdings bereits auch auf einen zweiten Erklärungsansatz hingedeutet, dass nämlich erfahrene VC-Investoren

⁸³⁸ Vgl. Parhankangas und Hellström (2007, S.200f.).

nicht nur Risiken, sondern auch das finanzielle Renditepotential signifikant höher einschätzen als dies unerfahrene VC-Investoren tun.

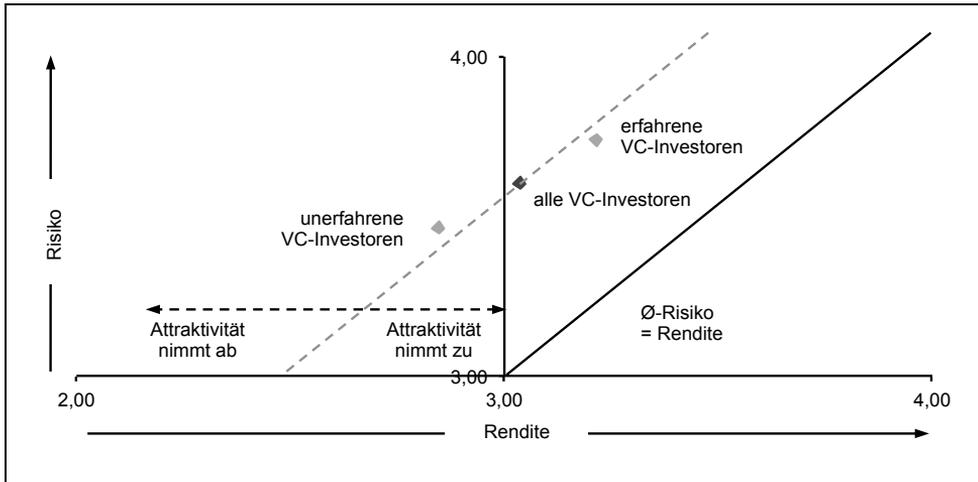


Abbildung 50: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses.

Überträgt man die ermittelten Werte analog der Vorgehensweise in Abschnitt 6.3.3.1. (Abbildung 37) in ein Risiko-Rendite-Diagramm (siehe Abbildung 50), so zeigt sich, dass das Verhältnis von Risiko zu Renditepotential von den beiden Gruppen unterschiedlich eingeschätzt wird. Aufgrund der höheren Einschätzung des finanziellen Renditepotentials liegt das Verhältnis aus Sicht der erfahrenen VC-Investoren unterhalb der Indifferenzkurve eines risiko-neutralen Investors und wird somit als tendenziell vorteilhafter bewertet. Bei unerfahrenen VC-Investoren gilt hingegen genau der umgekehrte Fall.⁸³⁹ Diese rein deskriptive Betrachtung würde dafür sprechen, dass die höhere Einschätzung des finanziellen Renditepotentials die höhere Einschätzung der sektorspezifischen Risiken kompensieren kann und – möglicherweise auch im Zusammenspiel mit einem besseren Umgang mit den Risiken – zu der zu beobachtenden geringeren Einschränkung des Investitionsverhaltens führt. Auch wenn die statistische Überprüfung der Unterschiede zwischen den beiden Gruppen knapp über dem Signifikanzniveau von $\alpha = 10\%$ liegt, ergeben sich aus der statistische Auswertung der Daten deutliche Hinweise darauf, dass die Hypothese 3-b bestätigt werden kann ($\alpha < 15\%$).

⁸³⁹ Die beiden Wertepaare lassen sich durch eine Gerade verbinden, die deutlich flacher verläuft als die in der Abbildung als rot gestrichelte Linie eingezeichnete Winkelhalbierende. Es ist daher zumindest theoretisch denkbar, dass die beiden Wertepaare auf einer leicht konkaven Kurve liegen und somit bei einer risikoaversen Betrachtung mindestens einer gleich attraktiven Einschätzung von Investition im Erneuerbare-Energien-Sektor entsprechen.

6.3.4.2 Hypothesen zum Typ der VC-Gesellschaften

Als zweites VC-spezifisches Merkmal wird der Typ der VC-Gesellschaft auf den Einfluss auf das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor hin untersucht.

Hypothese 3-c: Unabhängige VC-Investoren schränken sich in ihrem Investitionsverhalten stärker ein als öffentliche oder unternehmensinterne VC-Gesellschaften.

Die einfache Kreuztabelle zeigt bereits, dass unabhängige VC-Investoren in 9 von 11 Fällen (81,8%) und somit deutlich öfter ihr Investitionsverhalten im Erneuerbare-Energien-Sektor anpassen als öffentliche oder unternehmensinterne VC-Investoren mit insgesamt nur 6 von 16 Fällen (37,5%).

| Verteilung Anpassung des Investitionsverhaltens | Keine Anpassung | Anpassung | Gesamt |
|---|-----------------|------------|-------------|
| Öffentliche VCGs und CVCs | 10 (62,5%) | 6 (37,5%) | 16 (100,0%) |
| Unabhängige VCGs | 2 (18,2%) | 9 (81,8%) | 11 (100,0%) |
| Gesamt | 12 (44,4%) | 15 (55,6%) | 27 (100,0%) |

Chi-Quadrat = 5,185; Asymptotische Signifikanz = 0,023

Effektstärke $\omega = 0,438$; Teststärke = 73,6 %

Tabelle 52: Kreuztabelle: VC-Typ und Anpassung des Investmentverhaltens.

Ob der Unterschied zwischen den beiden Gruppen auch statistisch signifikant ist, wird wieder mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests überprüft. Das Ergebnis weist darauf hin, dass der Unterschied aus statistischer Sicht deutlich signifikant ist ($p = 0,023$). Der Unterschied in der Verteilung zwischen den beiden Gruppen ist so groß, dass die Teststärke trotz der relativ geringen Anzahl an Beobachtungswerten mit 73,6 Prozent ausreichend hoch ausfällt. Es kann also mit einer ausreichend hohen Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass sich der beobachtete Unterschied zwischen den beiden Gruppen nur zufällig ergeben hat.

Bei der Aufstellung der Hypothesen in Abschnitt 4.4.1 wurde vermutet, dass staatliche und unternehmensinterne VC-Investoren im Vergleich zu unabhängigen VC-Investoren ihre Investitionstätigkeit bei gleicher Betrachtung des Risiko-Rendite-Verhältnisses weniger stark einschränken, da für sie auch nicht finanzielle Aspekte, wie beispielsweise wirtschaftspolitische oder strategische Überlegungen bei der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition eine Rolle spielen. Ein Vergleich der Wahrnehmung der sektorspezifischen Risiken und des finanziellen Renditepotentials in Abbildung 51 zeigt aber auch, dass zumindest das regulatorische Risiko von unabhängigen VC-Investoren deutlich höher eingeschätzt wird, als dies bei öffentlichen oder

unternehmensinternen VC-Investoren der Fall ist. Aus diesem Grund wäre auch eine unterschiedliche Risikowahrnehmung ein möglicher Erklärungsansatz für die zu beobachtende stärkere Zurückhaltung bei der Investitionstätigkeit.

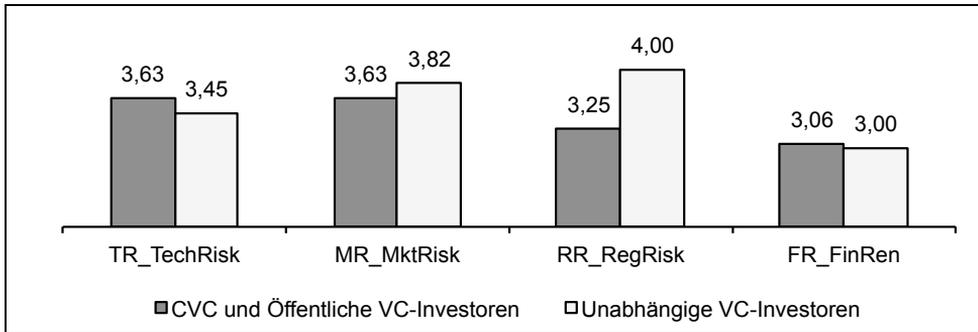


Abbildung 51: Vergleich der Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren.

Der Mittelwertsunterschied ist hier aus statistischer Sicht nur für das regulatorische Risiko signifikant ($p = 0,001$). Alle anderen Mittelwertsunterschiede sind statistisch deutlich nicht signifikant bei einem Signifikanzniveau von $\alpha < 10\%$ und können somit auch keinen Erklärungsbeitrag für den beobachteten Unterschied im Investitionsverhalten der beiden Gruppen liefern.

| Variable | Gruppe | Anzahl Befragte | Mittelwert | Std.-Fehler. | T | Sig. (1-seitig) | Teststärke ⁸⁴⁰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|-----------------|------------|--------------|--------|-----------------|---------------------------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|---|----|------|-------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|---|----|------|-------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|
| Technologie-risiko | 1 | 11 | 3,45 | 0,522 | -0,672 | 0,254 | 28,7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 16 | 3,63 | 0,719 | | | | Marktrisiko | 1 | 11 | 3,82 | 0,751 | 0,731 | 0,236 | 27,8% | 0 | 16 | 3,63 | 0,619 | Regulatorisches Risiko | 1 | 11 | 4,00 | 0,447 | 3,797 | 0,001 | 99,1% | 0 | 16 | 3,25 | 0,577 | Finanzielle Renditepotential | 1 | 11 | 3,00 | 0,632 | -0,206 | 0,419 | 14,0% |
| Marktrisiko | 1 | 11 | 3,82 | 0,751 | 0,731 | 0,236 | 27,8% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 16 | 3,63 | 0,619 | | | | Regulatorisches Risiko | 1 | 11 | 4,00 | 0,447 | 3,797 | 0,001 | 99,1% | 0 | 16 | 3,25 | 0,577 | Finanzielle Renditepotential | 1 | 11 | 3,00 | 0,632 | -0,206 | 0,419 | 14,0% | 0 | 16 | 3,06 | 0,854 | | | | | | | | |
| Regulatorisches Risiko | 1 | 11 | 4,00 | 0,447 | 3,797 | 0,001 | 99,1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 16 | 3,25 | 0,577 | | | | Finanzielle Renditepotential | 1 | 11 | 3,00 | 0,632 | -0,206 | 0,419 | 14,0% | 0 | 16 | 3,06 | 0,854 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Finanzielle Renditepotential | 1 | 11 | 3,00 | 0,632 | -0,206 | 0,419 | 14,0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 16 | 3,06 | 0,854 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabelle 53: Vergleich der Mittelwerte für unabhängige (1) und öffentliche/unternehmensinterne (0) VC-Investoren.

Trägt man wie im vorigen Abschnitt den aggregierten Risikowert zusammen mit der Einschätzung des finanziellen Renditepotentials in das Risiko-Rendite-Diagramm ein,

⁸⁴⁰ Eine Voraussetzung um die Teststärke verlässlich zu bestimmen ist, dass entweder die Standardabweichung der beiden Gruppen gleich groß ist oder die Anzahl der Beobachtungswerte der beiden Gruppen nicht substantiell unterschiedlich groß ist (Vgl. G*Power 3.1 manual, 2014, S.50). In dem vorliegenden Fall sind sowohl die Standardabweichungen der Gruppen als auch die Anzahl der Beobachtungswerte in den Gruppen ($n_1 = 11$ und $n_2 = 16$) unterschiedlich groß. Auch wenn der Unterschied in der Anzahl der Beobachtungswerte nicht sehr groß ist, müssen die ausgewiesenen Werte der Teststärken unter Vorbehalt betrachtet werden.

so zeigt sich, dass unabhängige VC-Investoren die Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektor etwas negativer beurteilen als öffentliche oder unternehmensinterne VC-Investoren (vgl. Abbildung 52). Es scheint daher plausibel zu sein, dass bereits die unterschiedliche – und zwar negativere – Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor zu der Einschränkung der Investitionstätigkeit bei unabhängigen VC-Investoren beiträgt. Eine für öffentliche und unternehmensinterne VC-Investoren darüber hinausgehende Vorteilhaftigkeit von Investitionen aufgrund nicht-finanzieller Aspekte wäre zur Erklärung des unterschiedlichen Investitionsverhaltens nicht notwendigerweise erforderlich.

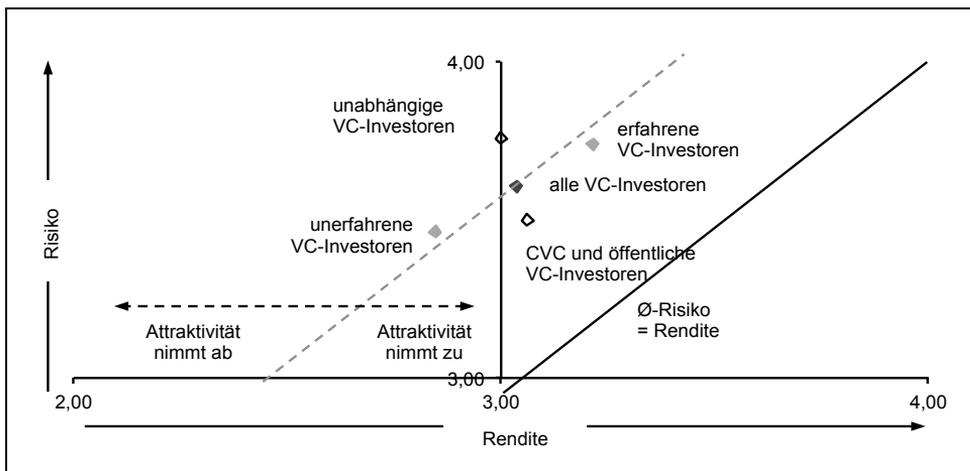


Abbildung 52: Einfluss des Investor-Typs auf die Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses.

Um besser einschätzen zu können, welchen Stellenwert das finanzielle Renditepotential für VC-Investoren bei der Beurteilung der Attraktivität einer Investitionsmöglichkeit hat, wurden die Befragten im Nachgang zu den Interviews nochmals zu ihrer Einschätzung unterschiedlicher Aspekte der Vorteilhaftigkeit einer Investition befragt. Die Frage war daher nicht Teil des ursprünglichen Fragebogens und hat daher ausschließlich explorativen Charakter.⁸⁴¹ Auf die Frage, welche Bedeutung die folgenden Aspekte auf die Vorteilhaftigkeit einer Investition haben, antworteten alle VC-Gesellschaften, dass die finanzielle Rendite für sie mit Abstand die größte Bedeutung hat ($\bar{O} = 4,4$) und strategische ($\bar{O} = 2,4$), industriepolitische ($\bar{O} = 2,1$), oder umweltpolitische Aspekte ($\bar{O} = 2,3$) nur von geringerer Bedeutung sind (vgl. Abbildung 53).

⁸⁴¹ Insgesamt nahmen 12 VC-Gesellschaften an dieser zusätzlichen Befragung teil. Bei fünf VC-Gesellschaften konnte die zusätzliche Frage bereits im Rahmen der regulären Befragung gestellt werden, da die Interviews aus Termingründen zu einem späten Zeitpunkt stattfanden. Die 12 befragten VC-Gesellschaften teilen sich auf in 5 öffentliche VC-Gesellschaften, 6 unabhängige VC-Gesellschaften und eine unternehmensinterne VC-Gesellschaft.

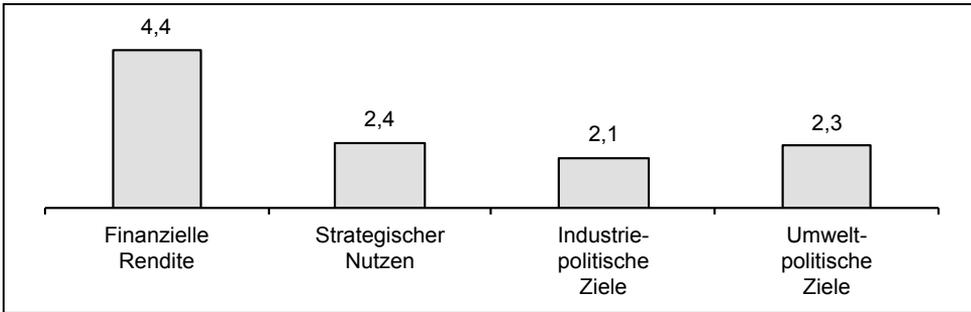


Abbildung 53: Bedeutung für die Vorteilhaftigkeit einer Investition.⁸⁴²

Die weitere Analyse der Antworten nach Investoren-Typ zeigt darüber hinaus, dass die einzelnen Aspekte von den verschiedenen VC-Typen durchaus unterschiedlich bewertet werden. Während unternehmensinterne VC-Gesellschaften (CVC) die Bedeutung des strategischen Nutzens für die Vorteilhaftigkeit einer Investition erwartungsgemäß mit einer Bewertung von 4,0 ebenso hoch bewerten wie die Bedeutung der finanziellen Rendite, sind für öffentliche VC-Gesellschaften, ihrem Auftrag entsprechend, industriepolitische Ziele bei der Beurteilung von etwas höherer Bedeutung ($\bar{O} = 3,6$). Umweltpolitischen Zielen wird von den öffentlichen und den unternehmensinternen VC-Gesellschaften eine gewisse aber keine herausragende Bedeutung bei der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition beigemessen.

| | Anzahl Befragte | Finanzielle Rendite | Strategischer Nutzen | Industriepolitische Ziele | Umweltpolitische Ziele |
|--------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|
| Öffentliche VCGs | 5 | 3,80 | 2,80 | 3,60 | 3,20 |
| Unabhängige VCGs | 6 | 5,00 | 1,83 | 1,00 | 1,50 |
| Unternehmensinterne VCGs | 1 | 4,00 | 4,00 | 1,00 | 3,00 |
| Alle | 12 | 4,42 | 2,42 | 2,08 | 2,33 |

Tabelle 54: Bedeutung unterschiedlicher Renditeaspekte für die Beurteilung einer Investitionsgelegenheit auf einer Antwortskala von (1 = gering) bis (5 = hoch).

Die Befragungsergebnisse lassen sich dahingehend zusammenfassen, dass es aus Sicht der unabhängigen VC-Gesellschaften bei einem unattraktivem Risiko-Renditepotential nur in sehr geringem Maße nicht-monetäre Aspekte gibt, die trotzdem eine Investition im Erneuerbare-Energien-Sektor rechtfertigen würden. Dem entgegengesetzt können öffentliche und unternehmensinterne VC-Gesellschaften auch bei einem eigentlich unattraktiven Risiko-Rendite-Verhältnis eine Investitionsentscheidung dann tätigen,

⁸⁴² Auf einer Antwortskala von (1 = gering) bis (5 = hoch).

wenn die VC-Gesellschaften neben finanziellen auch strategische, industriepolitische oder zu einem gewissen Grad auch umweltpolitische Aspekte bei der Investitionsentscheidung berücksichtigen.

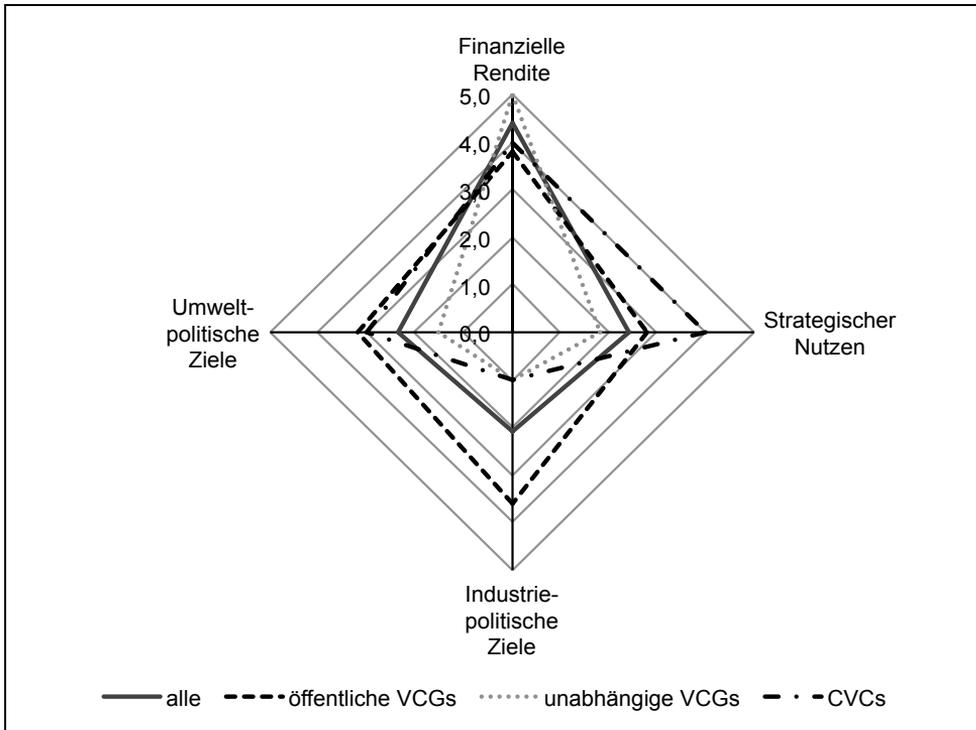


Abbildung 54: Grafische Darstellung der Bedeutung unterschiedlicher Renditeaspekte für die Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investitionsgelegenheit.

6.3.4.3 Hypothesen zur Nutzung von TFA-Methoden

Abschließend werden die beiden Hypothesen zur Auswirkung des Einsatzes von Methoden zur Technologiefrühaufklärung auf die Risikowahrnehmung und das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften untersucht.

Hypothese 3-d: VC-Investoren, die TFA-Methoden einsetzen, schätzen Risiken höher ein als Investoren, die diese nicht nutzen.

Hypothese 3-5: VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden nutzen, schränken ihr Investitionsverhalten weniger ein als VC-Gesellschaften, die diese nicht nutzen.

Die Befragung der VC-Gesellschaften ergab, dass 22 der 27 Befragten (81,5%) TFA-Methoden nutzen, sowohl um grundsätzlich attraktive Technologiesegmente zu identifizieren und ihre Investitionsstrategie entsprechend danach auszurichten (Technologie-

Vorausschau) als auch um die Attraktivität konkreter Investitionsmöglichkeiten zu bewerten (Technologie-Bewertung). Die Auswahl und Beurteilung spezifischer Investitionsmöglichkeiten nimmt dabei insgesamt einen deutlich höheren Stellenwert ein als die grundsätzliche Identifikation attraktiver Technologiesegmente (vgl. Abbildung 55).

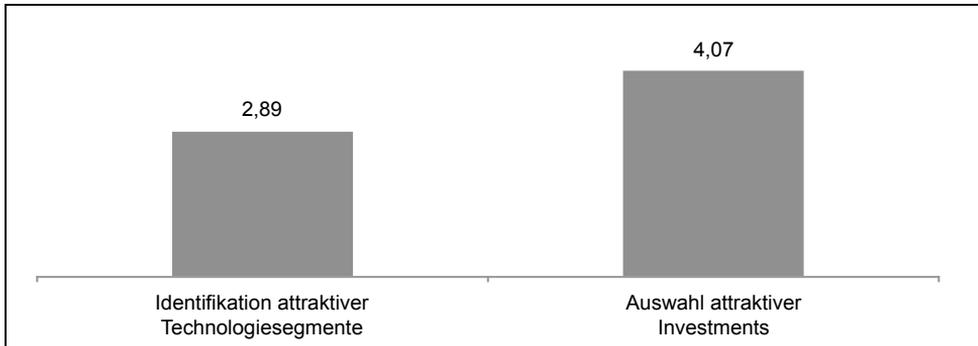


Abbildung 55: Stellenwert von TFA-Methoden für den Investitionsentscheidungsprozess auf einer Antwortskala von (1 = gering) bis (5 = hoch).

Die Beurteilung des Stellenwertes von TFA-Methoden für die Investitionsentscheidung unterscheidet sich deutlich nach Typ der VC-Gesellschaft. Während öffentliche VC-Gesellschaften der Identifikation attraktiver Technologiesegmente keinen besonders großen Stellenwert beimessen, ist dies für unabhängige, aber insbesondere unternehmensinterne VC-Gesellschaften von deutlich größerer Bedeutung (vgl. Abbildung 56). Eine plausible Erklärung für den geringen Stellenwert den TFA-Methoden für öffentliche VC-Gesellschaften bei der Identifikation attraktiver Technologiesegmente ist möglicherweise, dass diese häufig von ihren Gesellschaftern einen Auftrag zur Wirtschafts- und Standortförderung bekommen haben und daher grundsätzlich die Finanzierung von Technologieunternehmen aus allen Bereichen offen und unvoreingenommen prüfen. Eine proaktive Vorauswahl bestimmter Technologiesegmente wäre bei dieser unternehmerischen Zielsetzung in der Tat kontraproduktiv. Im Gegensatz dazu legen unternehmensinterne VC-Gesellschaften großen Wert auf eine frühzeitige Identifizierung strategisch und finanziell attraktiver Technologiesegmente. Neben einem effizienten Einsatz begrenzter finanzieller Mittel spielen für sie strategische Überlegungen eine bedeutende Rolle. Zukunftsweisende Technologiefelder sollen aus unternehmerischem Eigeninteresse früh auf ihre potentielle ökonomische und strategische Relevanz hin überprüft werden und, wenn erforderlich, mit Hilfe von Beteiligungen an Technologieunternehmen abgedeckt werden.

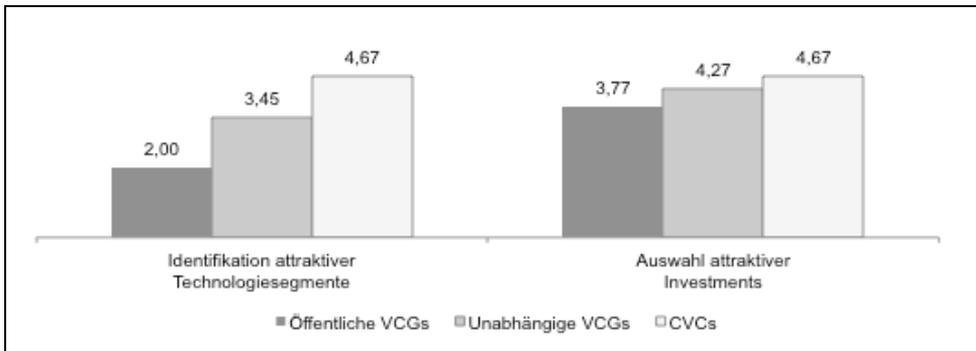


Abbildung 56: Stellenwert von TFA-Methoden unterteilt nach VC-Typ.

Die Auswertung der von den VC-Gesellschaften eingesetzten TFA-Methoden zeigt, dass TFA-Methoden, die mit einem relativ geringen Aufwand angewendet werden können, nämlich Expertenbefragungen, Tagungsbeobachtungen und Brainstorming, von den VC-Gesellschaften am häufigsten genutzt werden (vgl. Abbildung 57). TFA-Methoden, deren Anwendung für die VC-Gesellschaften zeitlich aufwendiger sind, z.B. Experten-Panels, Lead-User-Analysen, Patentanalysen oder S-Kurvenanalysen, kommen hingegen deutlich weniger häufig zum Einsatz. Delphi-Studien, bei denen Experten in mehrstufigen Befragungen zu einer Einschätzung zukünftiger Trends oder technischer Entwicklungen befragt werden, werden von keiner der befragten VC-Gesellschaften durchgeführt.

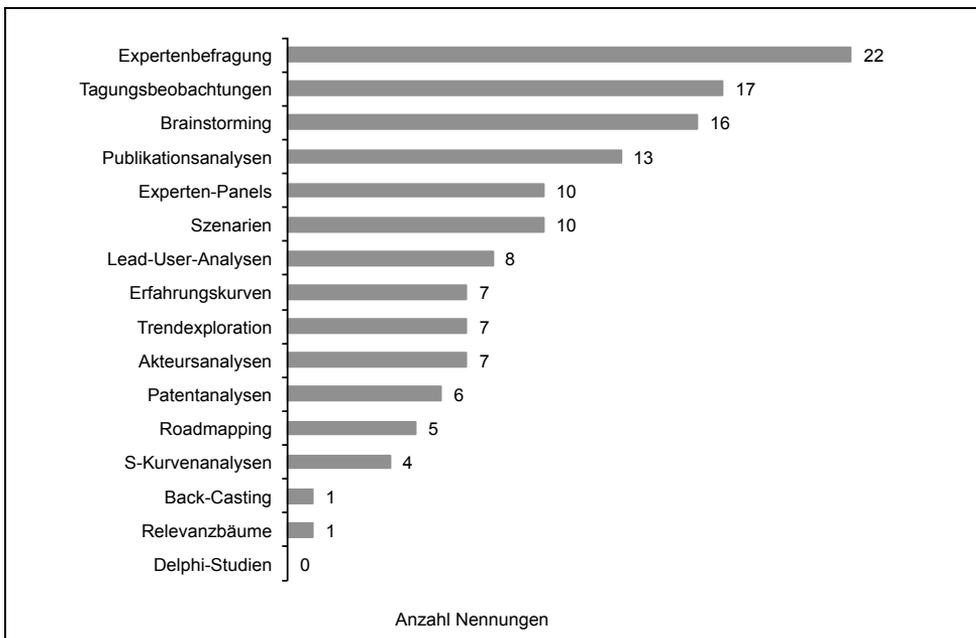


Abbildung 57: Anzahl der Nennungen durch die VC-Gesellschaften (Mehrfachnennungen möglich).

Um zu überprüfen, ob der Einsatz von TFA-Methoden zu einer veränderten Einschätzung sektorspezifischer Risiken und einer geringeren Anpassung des Investitionsverhaltens führen werden die befragten VC-Gesellschaften in zwei Gruppen unterteilt und miteinander verglichen. Die Gruppe der VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden nicht oder nur in einem geringen Umfang einsetzen, umfasst zu diesem Zweck alle VC-Gesellschaften, die keine oder ausschließlich die drei TFA-Methoden nutzen, deren Einsatz nur mit einem geringen Aufwand verbunden ist: Expertenbefragungen, Tagungsbeobachtungen und Brainstorming. Auf insgesamt 11 der 27 VC-Gesellschaften trifft dieses Kriterium zu. VC-Gesellschaften, die über diese drei Methoden hinaus weiterführende TFA-Methoden nutzen, insgesamt 16 VC-Gesellschaften, werden der zweiten Gruppe zugeordnet.

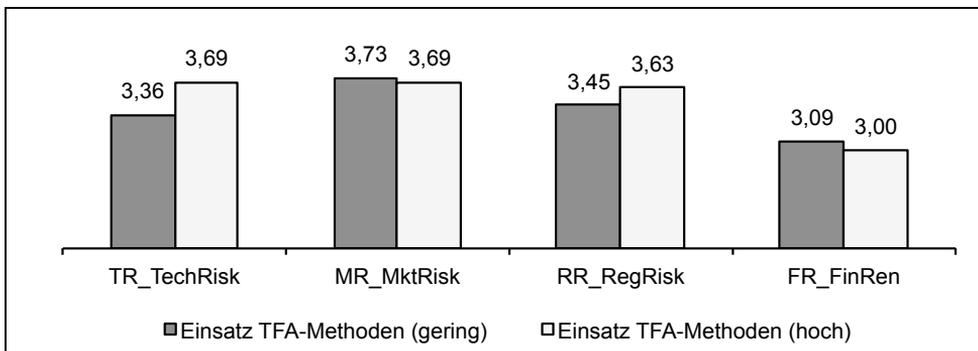


Abbildung 58: Vergleich der Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren je nach Einsatz von TFA-Methoden im Investitionsentscheidungsprozess.

Die statistische Auswertung der Mittelwertunterschiede zeigt, dass VC-Gesellschaften, die im Rahmen ihres Investitionsentscheidungsprozesses umfangreich TFA-Methoden nutzen, das Technologierisiko leicht höher bewerten ($\bar{X} = 3,69$) als VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden nur in einem sehr geringen Umfang nutzen ($\bar{X} = 3,36$) (vgl. Abbildung 58). Der Unterschied ist aus statistischer Sicht gerade noch als signifikant zu bewerten (Signifikanzniveau $\alpha = 10,1\%$). Aufgrund der geringen Anzahl von Beobachtungswerten beträgt die Teststärke für den Mittelwertunterschied des Technologierisikos nur 51 Prozent, sodass nicht ausgeschlossen werden kann, dass dieses Ergebnis möglicherweise nur zufällig zustande gekommen ist.⁸⁴³

⁸⁴³ Um bei dem Mittelwertunterschied und den Standardabweichungen des Technologierisikos eine Teststärke von 70 Prozent zu erreichen, müsste die Anzahl der Beobachtungswerte in jeder Gruppe mindestens doppelt so hoch sein, d.h. der Studie insgesamt 50 Beobachtungswerte zugrunde liegen.

| Variable | Gruppe | Anzahl Befragte | Mittelwert | Std.-fehler. | T | Sig. (1-seitig) | Teststärke ⁸⁴⁴ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|-----------------|------------|--------------|--------|-----------------|---------------------------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|---|----|------|-------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|---|----|------|-------|------------------------------|---|----|------|-------|--------|-------|-------|
| Technologierisiko | 0 | 11 | 3,36 | 0,674 | -1,309 | 0,101 | 50,6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 16 | 3,69 | 0,602 | | | | Marktrisiko | 0 | 11 | 3,73 | 0,786 | 0,149 | 0,441 | 12,8% | 1 | 16 | 3,69 | 0,602 | Regulatorisches Risiko | 0 | 11 | 3,45 | 0,522 | -0,747 | 0,231 | 31,1% | 1 | 16 | 3,63 | 0,619 | Finanzielle Renditepotential | 0 | 11 | 3,09 | 0,831 | -0,301 | 0,383 | 16,0% |
| Marktrisiko | 0 | 11 | 3,73 | 0,786 | 0,149 | 0,441 | 12,8% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 16 | 3,69 | 0,602 | | | | Regulatorisches Risiko | 0 | 11 | 3,45 | 0,522 | -0,747 | 0,231 | 31,1% | 1 | 16 | 3,63 | 0,619 | Finanzielle Renditepotential | 0 | 11 | 3,09 | 0,831 | -0,301 | 0,383 | 16,0% | 1 | 16 | 3,00 | 0,730 | | | | | | | | |
| Regulatorisches Risiko | 0 | 11 | 3,45 | 0,522 | -0,747 | 0,231 | 31,1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 16 | 3,63 | 0,619 | | | | Finanzielle Renditepotential | 0 | 11 | 3,09 | 0,831 | -0,301 | 0,383 | 16,0% | 1 | 16 | 3,00 | 0,730 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Finanzielle Renditepotential | 0 | 11 | 3,09 | 0,831 | -0,301 | 0,383 | 16,0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 16 | 3,00 | 0,730 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabelle 55: Vergleich der Mittelwerte für VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden nur im geringen Umfang nutzen (0) und VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden in hohem Umfang nutzen (1).

Die Hypothese über den vermuteten Einfluss der Nutzung von TFA-Methoden auf das Investitionsverhalten wird mit Hilfe eines Chi-Quadrat-Tests überprüft. Die Ergebnisse in Tabelle 56 zeigen, dass es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den VC-Unternehmen gibt, die TFA-Methoden in geringem Maße nutzen und VC-Unternehmen, die TFA-Methoden in hohem Maße nutzen.⁸⁴⁵ Die Nutzung von TFA-Methoden beeinflusst somit nicht das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften.

| Verteilung Anpassung des Investitionsverhaltens | Keine Anpassung | Anpassung | Gesamt |
|---|-----------------|------------|-------------|
| Nutzung TFA-Methoden: gering | 5 (45,5%) | 6 (54,5%) | 11 (100,0%) |
| Nutzung TFA-Methoden: hoch | 7 (43,8%) | 9 (56,2%) | 16 (100,0%) |
| Gesamt | 12 (44,4%) | 15 (55,6%) | 27 (100,0%) |

Chi-Quadrat = 0,008; Asymptotische Signifikanz = 0,930

Effektstärke $\omega = 0,017$; Teststärke = 10,1%

Tabelle 56: Kreuztabelle zur Nutzung von TFA-Methoden und der Anpassung des Investmentverhaltens.

Die Null-Hypothese, dass kein Unterschied zwischen den Gruppen besteht, kann daher auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse nicht verworfen werden.

⁸⁴⁴ Eine Voraussetzung um die Teststärke verlässlich zu bestimmen, besteht darin, dass entweder die Standardabweichung der beiden Gruppen gleich groß ist oder die Anzahl der Beobachtungswerte der beiden Gruppen nicht substantiell unterschiedlich groß ist (Vgl. G*Power 3.1 manual, 2014, S.50). In dem vorliegenden Fall sind sowohl die Standardabweichungen der Gruppen als auch die Anzahl der Beobachtungswerte in den Gruppen ($n_1 = 11$ und $n_2 = 16$) unterschiedlich groß. Auch wenn der Unterschied in der Anzahl der Beobachtungswerte nicht sehr groß ist, müssen die ausgewiesenen Werte der Teststärken unter Vorbehalt betrachtet werden.

⁸⁴⁵ Dieses Ergebnis ergibt sich auch wenn man die VC-Unternehmen vergleicht, die TFA-Methoden nach eigenen Angaben überhaupt nicht nutzen ($n = 4$) und VC-Unternehmen, die mindestens eine TFA-Methode nutzen ($n = 23$).

6.3.4.4 Zwischenfazit zu spezifischen Merkmalen der VC-Gesellschaften

Die Analyse des Einflusses der VC-Gesellschafts-Merkmale »Investmenterfahrung«, »VC-Typ« und »Nutzung von TFA-Methoden« hat gezeigt, dass die Ausprägung dieser Merkmale die Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses und teilweise auch die Anpassung des Investitionsverhaltens im Erneuerbare-Energien-Sektor beeinflusst.

Erfahrene VC-Investoren schätzen – wie erwartet – die Risiken und Renditepotentiale höher ein als unerfahrene VC-Investoren (Bestätigung: Hypothese 3-a). Dass erfahrene VC-Investoren ihr Investitionsverhalten dann tendenziell weniger einschränken, (Bestätigung: Hypothese 3-b) kann sowohl an dem ebenfalls als deutlich höher eingeschätzten finanzielle Renditepotential liegen, als auch an der aufgrund der gesammelten Erfahrung verbesserten Fähigkeit, mit den Risiken umzugehen.

Noch deutlicher ausgeprägt ist der Effekt, den der Gesellschaftstyp auf das Investitionsverhalten hat. Unabhängige VC-Gesellschaften schränken ihr Investitionsverhalten signifikant häufiger ein als öffentliche oder unternehmensinterne VC-Gesellschaften (Bestätigung: Hypothese 3-c). Während das finanzielle Renditepotential von beiden Gruppen ungefähr gleich eingeschätzt wird und daher keinen Erklärungsbeitrag für ein unterschiedliches Investitionsverhalten liefert, wird insbesondere das regulatorische Risiko von den unabhängigen VC-Gesellschaften als erhöht eingeschätzt. Allein diese unterschiedliche Bewertung von Risiken kann in der Gesamtbetrachtung einen Erklärungsbeitrag zu dem unterschiedlichen Investitionsverhalten liefern. Hinzu kommt außerdem, dass unabhängige VC-Investoren neben den finanziellen kaum weitere Renditeaspekte in ihre Investitionsentscheidung mit einbeziehen, während öffentliche und unternehmensinterne VC-Gesellschaften sowohl strategische als auch wirtschaftspolitische Aspekte bei Investitionsentscheidungen berücksichtigen.

Im Gegensatz zu den beiden vorherigen Merkmalen hat das dritte untersuchte Merkmal, die Nutzung von TFA-Methoden, den geringsten Einfluss auf das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften. Zwar schätzen VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden umfangreich einsetzen das Technologierisiko signifikant höher ein als VC-Gesellschaften, die dies nicht tun, aber weder das Marktrisiko noch das regulatorische Risiko oder das finanzielle Renditepotential werden statistisch signifikant unterschiedlich bewertet (teilweise Bestätigung: Hypothese 3-d). Dies führt aber zu keinem messbaren Einfluss auf das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften (Ablehnung: Hypothese 3-e).

Zusammenfassend lässt sich für die Merkmale der VC-Gesellschaften, wie schon für die im vorigen Abschnitt untersuchten sektorspezifischen Merkmale, festhalten, dass ihre Ausprägung zu einer unterschiedlichen Ausprägung der wahrgenommenen Risiken und Renditepotentiale, sowie zu einer, wenn auch nur geringfügigen Anpassung, des Investitionsverhaltens führt.

6.3.5 Überprüfung der Hypothesen zu Pfadabhängigkeiten bei VC-Gesellschaften

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten untersucht wurde, ob sich die geringe Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im erneuerbare Energien-Sektor im Kontext der Investitionstheorie mit einem unzureichenden Risiko-Rendite-Verhältnis erklären lässt und welche sektor- und investorspezifischen Merkmale das Investitionsverhalten beeinflussen, wird im folgenden, letzten Abschnitt untersucht, inwieweit sich die geringe Investitionstätigkeit mit Hilfe des Konzepts der Pfadabhängigkeit auf der Ebene der VC-Gesellschaften erklären lässt (Forschungsfrage 4). Zu diesem Zweck werden nachfolgend die in Abschnitt 4.4.2. formulierten Hypothesen 4a–4c mit Hilfe der Regressionsanalyse überprüft.

Als erste mögliche Ursache für das Auftreten von Pfadabhängigkeiten wird der Lerneffekt der VC-Gesellschaften als positiver Rückkopplungsmechanismus untersucht.

Hypothese 4-a: Je mehr Investmenterfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, um so wahrscheinlicher ist sie bereit, in diesem Sektor, trotz der wahrgenommenen Risiken, Investitionen zu tätigen.

In Abschnitt 6.3.4.1 wurde bereits festgestellt, dass ein Unterschied in der Wahrnehmung von Risiken und Renditepotentialen zwischen relativ unerfahrenen und relativ erfahrenen VC-Investoren besteht und dass sich dies auch in dem Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften niederschlägt. Mit der hier vorliegenden Hypothese 4a wird überprüft, ob sich ein linearer Zusammenhang zwischen der Investmenterfahrung einer VC-Gesellschaft (unabhängige Variable) und ihrer Wahrnehmung des Risiko-Rendite-Verhältnisses (abhängige Variable) und damit mittelbar auch ein Zusammenhang mit ihrer Investitionstätigkeit nachweisen lässt.

Die Investmenterfahrung einer VC-Gesellschaft hinsichtlich Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor wurde in Abschnitt 5.4.2. als Anzahl der im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigten Investitionen operationalisiert.⁸⁴⁶ Abbildung 48 in Abschnitt 6.3.4.1. hat gezeigt, dass diese unabhängige Variable nicht normal verteilt ist, sondern eine deutlich rechtsschiefe Verteilung aufweist. Die Voraussetzung für die Durchführung einer Regressionsanalyse ist daher entsprechend der Ausführungen in Abschnitt 5.3.1.1 nicht erfüllt. Um die rechtsschiefe Verteilung zu normalisieren, bietet sich eine logarithmische Transformation der unabhängigen Variablen an.⁸⁴⁷

⁸⁴⁶ Eine Häufigkeitsverteilung der Anzahl der im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigten Investitionen wurde bereits im vorigen Abschnitt in Abbildung 44 dargestellt.

⁸⁴⁷ Vgl. Tabachnick und Fidell (2004, S.83). Um Beobachtungen, die einen Wert null (0) aufweisen bei der Transformation nicht zu verlieren, – die logarithmische Transformation kann nur für Werte >0 durchgeführt werden – wird zu allen Werten zuerst eine Konstante c mit dem Wert $= 1$ hinzugefügt. Anschließend wird dieser Index logarithmisch transformiert: $x \rightarrow \ln(x+c)$.

Mit Hilfe der linearen Regressionsanalyse wird in einem ersten Schritt untersucht, ob ein kausaler Zusammenhang zwischen der logarithmierten Investmenterfahrung der VC-Gesellschaft als unabhängige Variable und den vier sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis als abhängige Variable besteht.

| Abhängige Variable | Unabhängige Variable: Investmenterfahrung (InvestExpLOG) | | | | | | Modellgüte | | | |
|-------------------------------|--|-------------|-------------|----------------|-------------|------------|----------------|--------------------|-------|-------------|
| | Konst. | Reg.-koeff. | Std.-fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | Teststärke | R ² | R ² adj | F | Signif. (p) |
| Technologie-risiko | 3,228 | 0,214 | 0,112 | 0,357 | 0,068 | 74,9% | 0,127 | 0,092 | 3,642 | 0,068 |
| Marktrisiko | 3,688 | 0,010 | 0,125 | 0,017 | 0,934 | 11,5% | 0,000 | -0,040 | 0,007 | 0,934 |
| Regulatorisches Risiko | 3,388 | 0,110 | 0,106 | 0,203 | 0,310 | 41,2% | 0,041 | 0,003 | 1,074 | 0,310 |
| Finanzielles Renditepotential | 2,583 | 0,297 | 0,129 | 0,418 | 0,030 | 85,8% | 0,175 | 0,142 | 5,289 | 0,030 |

Tabelle 57: Zusammenfassung der Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf sektorspezifische Einflussfaktoren.⁸⁴⁸

Die Ergebniszusammenfassung dieser vier einzelnen Regressionsanalysen in Tabelle 57 zeigt, dass sowohl für das Technologierisiko ($p = 0,068$) als auch für das finanzielle Renditepotential ($p = 0,030$) ein statistisch signifikanter Zusammenhang zur Investmenterfahrung besteht ($\alpha < 10\%$ bzw. $\alpha < 5\%$). Die Teststärke liegt für die Regressionskoeffizienten mit 74,8 Prozent und 85,7 Prozent jeweils über der vorab gewählten 70 Prozent-Schwelle, sodass mit einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit von einem nicht zufälligen Ergebnis ausgegangen werden kann.

Die binär-logistische Regressionsanalyse in Abschnitt 6.3.2.1 hatte gezeigt, dass nur für das regulatorische Risiko und das finanzielle Renditepotential ein statistisch signifikanter Zusammenhang zu der Entscheidung, das Investmentverhalten anzupassen, besteht. Da die jetzt durchgeführten Regressionsanalysen gezeigt haben, dass die Investmenterfahrung neben der Einschätzung des Technologierisikos auch die Einschätzung des finanziellen Renditepotentials statistisch signifikant verändert, liegt die Vermutung nahe, dass die Investmenterfahrung mittels einer Veränderung der Beurteilung des Renditepotentials auch einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Entscheidung der VC-Gesellschaften hat, ihr Investmentverhalten anzupassen. Um sowohl diese Vermutung als auch die Hypothese 2-a zu überprüfen, wird die unabhängige Variable Investmenterfahrung in einer binär-logistischen Regression auf ihren kausalen Zusammenhang mit der Anpassung der Investitionsentscheidung hin untersucht. Um eine mögliche Interaktion mit den bereits untersuchten sektorspezifischen Einflussfak-

⁸⁴⁸ Die ausführliche Darstellung aller vier Regressionsanalysen findet sich in Anhang 8.13.

toren zu berücksichtigen, wird die Investorenerfahrung als zusätzliche unabhängige Variable der binären Regressionsanalyse aus dem Abschnitt 6.3.2.1 hinzugefügt.⁸⁴⁹

| Abhängige Variable: Anpassung des Investitionsverhaltens; 1 = Investitionsverhalten wird angepasst; 0 = keine Anpassung | | | | | |
|--|--------|-----------------------------|---------------------|-------------|--------|
| Variable | Kürzel | Regressions- koeffizient | Standard- fehler | Signifikanz | EXP(B) |
| Konstante | K | -3,245 | 6,224 | 0,602 | 0,039 |
| Technologierisiko | TR | 0,669 | 0,913 | 0,464 | 1,953 |
| Marktrisiko | MR | -0,332 | 1,108 | 0,765 | 0,718 |
| Regulatorisches Risiko | RR | 2,077 | 1,056 | 0,049** | 7,978 |
| Finanzielles Renditepotential | FR | -1,315 | 0,969 | 0,175 | 0,268 |
| Investmenterfahrung | IE | -0,198 | 0,159 | 0,214 | 0,821 |

Modell Chi-Quadrat = 12,269; Signifikanz = 0,031
-2 Log-Likelihood = 24,827
Cox & Snell R² = 0,365
Nagelkerkes R² = 0,489
Hosmer-Lemeshow Chi-Quadrat = 13,248; Signifikanz = 0,066

Tabelle 58: Binär-logistische Regressionsanalyse einschließlich Investorenerfahrung als unabhängige Variable.

Die Regressionsanalyse zeigt, dass der Regressionskoeffizient der unabhängigen Variable Investorenerfahrung (IE), wie erwartet, ein negatives Vorzeichen aufweist. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine VC-Gesellschaft eine Anpassung ihrer Investitionsentscheidung vornimmt, nimmt also mit zunehmender Investorenerfahrung ab. Das Ergebnis ist für den Regressionskoeffizienten aber aus statistischer Sicht mit einer Signifikanz von $p = 0,214$ als nicht signifikant auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 10$ Prozent zu bewerten. Ein möglicher Grund für die geringe statistische Signifikanz des Regressionskoeffizienten ist, neben der geringen Anzahl von Beobachtungsfällen, eine positive signifikante Korrelation zwischen der Variablen Investorenerfahrung (IE) und der unabhängigen Variable »finanzielles Renditepotential« (FR) ($r = 0,385$; $p = 0,048$).⁸⁵⁰ Durch die positive Korrelation kann die Regressionsanalyse den jeweiligen Erklärungsbeitrag der unabhängigen Variable zur Klassifizierung der abhängigen Variable nur unzureichend trennen. Aus sachlogischen Gründen wird an dieser Stelle aber auf eine Eliminierung einer der beiden Variablen verzichtet.⁸⁵¹ Trotz der unzu-

⁸⁴⁹ Da bei der binär-logistischen Regressionsanalyse die Residuen nicht normalverteilt sein müssen, wird hier die unabhängige Variable Investorenerfahrung (IE) nicht in logarithmisch transformierter sondern in unveränderter Form in die Regressionsgleichung mit aufgenommen.

⁸⁵⁰ Durch das Hinzufügen der Variable Investorenerfahrung (IE) hat sich auch die statistische Signifikanz für den Regressionskoeffizienten der Variable Finanzielles Renditepotential (FR) von $p = 0,050$ auf $p = 0,175$ verringert.

⁸⁵¹ Wenn man die Variable Finanzielles Renditepotential (FR) aus der Regressionsgleichung entfernt, verbessert sich die Signifikanz des Regressionskoeffizienten der unabhängigen Variable Investorenerfahrung (IE) deutlich auf $p = 0,108$, bei im Wesentlichen gleichbleibender Modellgüte: Chi-Quadrat = 9,890; Signifikanz = 0,042; Nagelkerkes R² = 0,411; Hosmer-Lemeshow-Test = 0,082.

reichenden statistischen Signifikanz der unabhängigen Variable IE verbessert sich die Güte des Gesamtmodells noch einmal deutlich gegenüber der ursprünglichen binär-logistischen Regressionsanalyse in Abschnitt 6.3.2.1.⁸⁵² Das Nagelkerkes-R² verbessert sich von 0,409 auf 0,489. Der Hosmer-Lemeshow-Test, der überprüft, ob die Differenz dieser beiden Klassifizierungen gleich null ist, ist weiterhin – wenn auch nur knapp – nicht signifikant ($p > 0,05$). Die Ergebnisse des Regressionsmodells unterscheiden sich also noch ausreichend von einem Null-Modell. Betrachtet man die durch das erweiterte Regressionsmodell erfolgte Klassifizierung der Beobachtungsfälle in Tabelle 59, so ergibt sich eine leicht um einen Fall von 77,8 Prozent auf 81,5 Prozent verbesserte Erfolgsquote, wenn die Investorenerfahrung IE als unabhängige Variable in das binär-logistische Regressionsmodell mit aufgenommen wird.

| Beobachtet | Vorhergesagt | | |
|-------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|
| | Keine Anpassung des Investitionsverhaltens | Anpassung des Investitionsverhaltens | Prozentsatz der Richtigen |
| Keine Anpassung | 9 | 3 | 75,0% |
| Anpassung | 2 | 13 | 86,7% |
| Gesamtprozentsatz | | | 81,5% |

Tabelle 59: Klassifizierungstabelle der binär-logistischen Regression.

In der Gesamtbetrachtung können die Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse dahingehend interpretiert werden, dass die Investorenerfahrung einer VC-Gesellschaft sehr wahrscheinlich einen kausalen Einfluss auf ihre Investitionsentscheidungen von VC-Gesellschaften hat. Dieser ist zwar für die einzelne unabhängige Variable in der vorliegenden Untersuchung auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 10\%$ statistisch nicht signifikant, die Gesamtgüte des Regressionsmodells verbessert sich aber messbar durch die Berücksichtigung der Variable Investitionserfahrung der VC-Gesellschaften. Die statistische Auswertung der Befragungsergebnisse bestätigt somit, dass mit zunehmender Investorenerfahrung der VC-Gesellschaft die Wahrscheinlichkeit abnimmt, dass die Investitionsentscheidung aufgrund der insgesamt als nachteilig eingeschätzten sektorspezifischer Einflussfaktoren angepasst werden muss.

Die Ergebnisse und ihre Interpretation stimmen mit den im Abschnitt 6.3.4.1 überprüften Hypothesen 3-a und 3-b überein. Zwar wird ein Aspekt der sektorspezifischen Risiken, das Technologierisiko, mit zunehmender Investorenerfahrung höher eingeschätzt, gleichzeitig nimmt aber auch die Einschätzung des finanziellen Renditepotentials deutlich zu, möglicherweise weil erfahrene VC-Gesellschaften über eine bessere Kenntnis verfügen, wie sich neue Technologien im Erneuerbare-Energien-Sektor kommerzialisieren lassen oder weil sie über ein besseres Netzwerk an Unter-

⁸⁵² Vgl. Tabelle 34 in Abschnitt 6.3.2.1.

nehmenskontakten verfügen, mit deren Hilfe sich die attraktivsten Investitionsmöglichkeiten vor den Wettbewerbern im Markt gesichert werden können oder sich finanzielle Synergieeffekte bei den Beteiligungsunternehmen realisieren lassen. Das höhere eingeschätzte Risiko würde in diesem Fall mehr als nur kompensiert werden. Alternativ hierzu ist es aber auch denkbar, dass erfahrene VC-Gesellschaften einfach besser in der Lage sind, mit sektorspezifischen Risiken umzugehen und daher weniger häufig ihr Investmentverhalten einschränken müssen.

Damit wäre die Hypothese 4-a bestätigt, da ein wenn auch zugegebenermaßen geringerer Lerneffekt bei den befragten VC-Gesellschaften zu beobachten ist.⁸⁵³ Dieser Lerneffekt kann aufgrund positiver Rückkopplungseffekte dazu führen, dass VC-Gesellschaften erst mit zunehmender Erfahrung das Risiko-Rendite-Verhältnis von VC-Investitionen im Erneuerbare Energien-Sektor positiver beurteilen und ihr Investitionsverhalten weniger stark einschränken, als dies ohne eine entsprechende Investitionserfahrung der Fall wäre. Dieser Rückkopplungseffekt kann möglicherweise auf der Ebene der VC-Gesellschaften zu Pfadabhängigkeiten führen, die sich in einer nicht optimalen Allokation von Kapital im Erneuerbare-Energien-Sektor manifestiert. Ob ein solcher nicht effizienter Zustand dauerhaft Bestand haben kann, ist damit aber noch nicht nachgewiesen. Sollte das Ungleichgewicht zu groß werden, ist anzunehmen, dass der Anreiz für neue Marktteilnehmer ausreichend groß werden würde, um trotz der fehlenden Investmenterfahrung Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor in Betracht zu ziehen.⁸⁵⁴ Eine signifikante zeitliche Verzögerung bei der Entwicklung eines effizienten VC-Marktes für dieses Technologiesegment könnte es aber möglicherweise erklären.

Eine zweite mögliche Ursache für das Auftreten von Pfadabhängigkeiten wird in der Komplementarität von internem und externem Know-how bei der Investitionsentscheidung vermutet.

Hypothese 4-b: Je mehr Investmenterfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, desto weniger beeinflusst die Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten ihre Investitionstätigkeit.

Im Gegensatz zu der Hypothese 4-a kann die Hypothese 4-b direkt mit Hilfe der linearen Regressionsanalyse überprüft werden, da die abhängige Variable »Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten« (VES) im Rahmen der Befragung direkt bei den VC-Gesellschaften abgefragt wurde.⁸⁵⁵ Da die unabhängige Variable »Investmenterfahrung« (IE), wie bereits im vorigen Abschnitt beschrieben, eine deutlich rechtsschie-

⁸⁵³ Einschränkend bleibt festzuhalten, dass mit der hier vorliegenden geringen Anzahl an Beobachtungsfällen, die geringen zu beobachtenden Effektstärken nicht mit der eigentlich wünschenswerten statistischen Signifikanz bestätigt werden können.

⁸⁵⁴ Vgl. Kannianen und Keuschnigg (2004, S.1935ff.) und Schertler (2002, S.28).

⁸⁵⁵ Vgl. Abschnitt 5.4.3.

fe Verteilung aufweist, wird sie wieder zuerst logarithmisch transformiert. Die Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse sind nachfolgend in Tabelle 60 dargestellt.⁸⁵⁶

| Abhängige Variable: Verfügbarkeit externe Sektor-Experten (VES) | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C | 3,062 | 0,354 | -- | 0,000 | | -- | -- | -- |
| ln(Investment- erfahrung) | IE | -0,355 | 0,191 | -0,349 | 0,075 | 1,000 | 0,122 | 0,139 | 73,3% |

Modell F = 3,462; Signifikanz p = 0,075
 Modell R² = 0,122; Modell R² adj. = 0,086
 Durbin-Watson = 1,639
 Effektgröße f² = 0,139; Implizite Teststärke (1-β) = 59,5% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 60: Regressionsanalyse: Investmenterfahrung und Verfügbarkeit externer Sektor-Experten.

Der Regressionskoeffizient für die unabhängige Variable Investmenterfahrung (IE) weist, wie vermutet, ein negatives Vorzeichen auf und ist statistisch signifikant (p = 0,075). Das negative Vorzeichen des Regressionskoeffizienten ist dahingehend zu interpretieren, dass die Verfügbarkeit externer Sektor-Experten mit zunehmender Investmenterfahrung einen immer geringeren Einfluss auf die Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften hat. Die Teststärke für den Regressionskoeffizienten liegt mit 73,3 Prozent knapp über der Grenze, ab der bei dem Ergebnis von einem nicht zufälligen Ergebnis ausgegangen werden kann.

Das niedrigere R² von 0,122 für das Gesamtmodell weist richtigerweise darauf hin, dass die Investmenterfahrung alleine nur einen geringen Erklärungsbeitrag zu der Ausprägung der Variable »Verfügbarkeit externer Sektor-Experten« leistet. Dies ist allerdings nicht überraschend, da das Regressionsmodell nicht mit der Zielsetzung formuliert wurde, die Ausprägung der unabhängigen Variable möglichst vollständig zu bestimmen. Denkbar wäre beispielsweise, dass der Einfluss der Verfügbarkeit externer Sektor-Experten auf die Investitionstätigkeit je nach Typ der VC-Gesellschaft unterschiedlich bewertet wird. Unternehmensinterne VC-Gesellschaften sind in der Regel bei ihrer Investitionsentscheidung nur in einem geringen Umfang auf externe Sektor-Experten angewiesen, da sie das fachliche Know-how, welches zu einer Beurteilung eines innovativen Technologieunternehmens erforderlich ist, meistens innerhalb des Unternehmens abrufen können. Fügt man, der Regressionsanalyse entsprechend, eine Dummy-Variable für unternehmensinterne VC-Gesellschaften hinzu, so verbessert sich das Regressionsergebnis sowohl für den Regressionskoeffizienten der unabhängigen Variable Investmenterfahrung als auch für die Güte des Gesamtmodells deutlich (vgl. Tabelle 61).

⁸⁵⁶ Interpretation in linear-log Modell: Verdopplung der Investmenterfahrung reduziert den Einfluss der Verfügbarkeit von Sektor-Experten auf das Investitionsverhalten um den Regressionskoeffizienten (1 = niedrig; 5 = hoch).

| Abhängige Variable: Verfügbarkeit externe Sektor-Experten (VES) | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C | 3,242 | 0,353 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| ln(Investment- erfahrung) | IE | -0,393 | 0,184 | -0,386 | 0,043 | 1,013 | 0,147 | 0,189 | 82,6% |
| Dummy CVC | CVC | -1,106 | 0,613 | -0,326 | 0,084 | 1,013 | 0,105 | 0,135 | 72,4% |

Modell F =3,513; Signifikanz p = 0,046
Modell R² = 0,226; Modell R² adj. = 0,162
Durbin-Watson = 1,860
Effektgröße f² = 0,292; Implizite Teststärke (1- β) = 77,1% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 61: Multiple Regressionsanalyse: Investmenterfahrung und Verfügbarkeit externer Sektor-Experten.

Der negative, statistisch signifikante Regressionskoeffizient für die Dummy-Variable CVC ist dahingehend zu interpretieren, dass unternehmensinterne VC-Gesellschaften die Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten als deutlich weniger einschränkend für ihre Investitionstätigkeit sehen als dies bei staatlichen und unabhängigen VC-Gesellschaften der Fall ist.

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen bestätigen die Hypothese 4b: Je mehr Investmenterfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, desto weniger beeinflusst die Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten ihre Investitionstätigkeit. Dies würde auf den vermuteten Komplementaritätseffekt zwischen der Reputation der VC-Gesellschaft und dem Zugang bzw. der Verfügbarkeit von externen Sektor-Experten hindeuten. Da es sich hierbei um einen sich selbstverstärkenden Rückkopplungseffekt handelt, könnte dies zu einer insgesamt geringen Investitionstätigkeit führen. Unerfahrene VC-Investoren hätten demnach Schwierigkeiten, an das erforderliche externe Experten-Know-how zu gelangen, um Investitionsgelegenheiten im Erneuerbare-Energien-Sektor mit der erforderlichen Sorgfalt analysieren und durchführen zu können. Als Konsequenz hieraus gehen unerfahrene VC-Gesellschaften eher vorsichtig an potentielle Investitionsgelegenheiten heran, sodass sich die Investitionsaktivität im Erneuerbare-Energien-Sektor auf die wenigen erfahrenen VC-Investoren und unternehmensinternen VC-Investoren beschränkt.

Das Expertenbefragungen für VC-Gesellschaften ein, wenn nicht sogar der wichtigste Bestandteil des Investmententscheidungsprozesses ist, machte bereits die Analyse der Befragung zur Nutzung der Methoden zur Technologiefrühaufklärung deutlich. Wie in Abbildung 57 gezeigt werden konnte, ist die Expertenbefragung die von VC-Gesellschaften am häufigsten verwendete Methode zur Technologiefrühaufklärung und -bewertung. Die Auswertung der Befragungsergebnisse zeigt außerdem, dass Expertenbefragungen von VC-Gesellschaften auch als die am geeignetste Methode angesehen wird, um die Attraktivität von Technologiesegmenten und konkreten Investitionsgelegenheiten zu beurteilen (vgl. Abbildung 59).

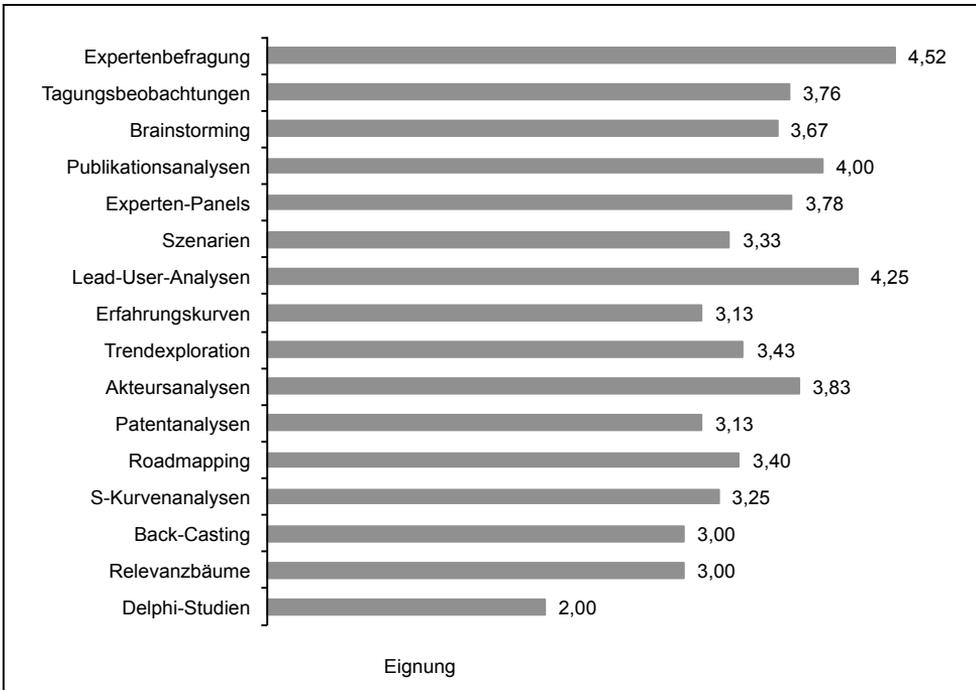


Abbildung 59: Eignung der TFA-Methoden aus Sicht der VC-Gesellschaften zur Beurteilung der Attraktivität von Technologiesegmenten auf einer 5-stufigen Antwortskala (1 = ungeeignet; 5 = geeignet).

Nachdem deutlich gezeigt werden konnte, dass Expertenbefragungen die am häufigsten verwendete und zusätzlich auch als am geeignetsten eingeschätzte Methode zur Technologiebewertung ist, lässt sich eine inhaltliche Verbindung zu den Ergebnissen der im vorangegangenen Absatz überprüften Hypothese 4a ziehen. Ein möglicher Erklärungsansatz für das Ergebnis dort war, dass erfahrene VC-Investoren trotz der als höher eingeschätzten Risiken ihr Investitionsverhalten weniger häufig einschränken, weil sie aufgrund ihrer Erfahrung besser in der Lage seien, mit den wahrgenommenen Risiken umzugehen. Die Fähigkeit, mit den wahrgenommenen Risiken umzugehen, könnte zu einem Teil auch darin begründet sein, dass die VC-Investoren aufgrund ihrer Investmenterfahrung einen besseren Zugang zu externen Sektor-Experten haben, welche sie bei der rechtzeitigen Identifizierung und Mitigation von Risiken unterstützen.

Der dritte mögliche Rückkopplungseffekt der zu Pfadabhängigkeit führen könnte, betrifft die Komplementarität zwischen der Reputation der VC-Gesellschaft und ihrem Zugang zu dem Kapital, das für Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor benötigt wird.

Hypothese 4-c: Je ausgeprägter die Reputation einer VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor ist, desto leichter fällt ihr der Zugang zu Kapital für weitere Investitionen in diesem Sektor.

Hypothese 4c kann, wie zuvor Hypothese 4b, direkt mit Hilfe der linearen Regression überprüft werden, da die abhängige Variable, der Einfluss von Kapitalverfügbarkeit auf die Investitionstätigkeit direkt bei den befragten VC-Gesellschaften, erhoben wurde. Wie zuvor wird die unabhängige Variable, die Investitionserfahrung der VC-Gesellschaft, in logarithmisch transformierter Form in der Regressionsanalyse als unabhängige Variable verwendet.

| Abhängige Variable: Verfügbarkeit Kapital (KAP) | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C | 2,750 | 0,528 | -- | 0,000 | | -- | -- | -- |
| ln(Investment- erfahrung) | IE | -0,079 | 0,285 | -0,055 | 0,785 | 1,000 | 0,003 | 0,003 | 15,9% |

Modell F = 0,076; Signifikanz p = 0,785
 Modell R² = 0,003; Modell R²adj. = -0,37
 Durbin-Watson = 2,436
 Effektgröße f² = 0,003; Implizite Teststärke (1-β) = 11,3% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 62: Regressionsanalyse: Investmenterfahrung und Kapitalverfügbarkeit.

Zwar weist der Regressionskoeffizient für die unabhängige Variable, wie erwartet, ein negatives Vorzeichen auf, d.h. mit zunehmender Investmenterfahrung beeinflusst die Verfügbarkeit von Kapital immer weniger die Investitionstätigkeit: statistisch gesehen ist dieser Zusammenhang aber sehr deutlich nicht signifikant (p = 0,785). Es besteht also aus statistischer Sicht kein solcher Zusammenhang. Dementsprechend ist auch der Erklärungsbeitrag des Gesamtmodells äußerst gering (R² = 0,003).

Um zu überprüfen, ob ein solcher Zusammenhang möglicherweise nur für einen bestimmten Typ von VC-Gesellschaft gilt, wird die Regressionsanalyse um eine entsprechende Dummy-Variablen sowie einen Interaktionsterm erweitert, der den Moderatoreffekt auf die Beziehung zwischen unabhängiger und abhängiger Variable abbildet. Von Interesse ist hier insbesondere die Analyse für unabhängige VC-Gesellschaften, die darauf angewiesen sind, ihr Kapital bei institutionellen Investoren einzuwerben, während staatliche und unternehmensinterne VC-Gesellschaften ihr Kapital i.d.R. von ihren Initiatoren, den Gesellschaftern, für Investitionen zur Verfügung gestellt bekommen. Es wäre daher zu vermuten, dass ein möglicher kausaler Zusammenhang zwischen Investmenterfahrung und Kapitalverfügbarkeit eher für unabhängige VC-Gesellschaften gelten würde.

Abhängige Variable: Verfügbarkeit Kapital (KAP)

| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Ef- fektg. (f ²) | Test- stärke |
|--|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Konstante | C | 2,450 | 0,655 | -- | 0,001 | | -- | -- | -- |
| ln(Investmenterfahrung) | IE | -0,237 | 0,388 | -0,166 | 0,491 | 1,717 | 0,016 | 0,021 | 29,7% |
| Dummy für Unabhängige VCGs | D_ UVC | 0,522 | 0,958 | 0,172 | 0,591 | 3,043 | 0,010 | 0,013 | 24,2% |
| Interaktionsterm Dummy* ln(Investmenterfahrung) | UVC_IE | 0,589 | 0,528 | 0,372 | 0,277 | 3,427 | 0,040 | 0,054 | 46,1% |

Modell F = 2,555; Signifikanz p = 0,080
 Modell R² = 0,250; Modell R²adj. = 0,152
 Durbin-Watson = 2,774
 Effektgröße f² = 0,333; Implizite Teststärke (1-β) = 75,5% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 63: Regressionsanalyse: Investmenterfahrung, VC-Typ und Kapitalverfügbarkeit.

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse in Tabelle 63 bestätigen diese Vermutung nicht. Weder ist der Interaktionsterm (UVC_IE) statistisch signifikant (p = 0,277) noch stimmt das positive Vorzeichen des Regressionskoeffizienten mit sachlogischen Überlegungen überein. Eliminiert man den Interaktionsterm aus der Regressionsgleichung, so wird der Regressionskoeffizient für die Dummy-Variable deutlich signifikant (vgl. Tabelle 64). Unabhängige VC-Gesellschaften bewerten den Einfluss der Kapitalverfügbarkeit auf ihre Investitionstätigkeit deutlich höher als öffentliche und unternehmensinterne VC-Gesellschaften. Das Ergebnis der Regressionsanalyse zeigt aber auch, dass Investmenterfahrung dabei für die Kapitalverfügbarkeit keinerlei Rolle spielt (p = 0,989). Ein im Kontext der Pfadabhängigkeit vermuteter kausaler Zusammenhang zwischen der Investmenterfahrung und der Verfügbarkeit von Kapital ist somit nicht zu erkennen.⁸⁵⁷

Abhängige Variable: Verfügbarkeit Kapital (KAP)

| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
|-------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Konstante | C | 2,056 | 0,554 | -- | 0,001 | | -- | -- | -- |
| ln(Investmenterfahrung) | IE | 0,004 | 0,261 | 0,003 | 0,989 | 1,016 | 0,000 | 0,000 | 10,3% |
| Dummy für Unabhängige VCGs | D_UVC | 1,393 | 0,556 | 0,458 | 0,019 | 1,016 | 0,206 | 0,261 | 90,8% |

Modell F = 3,180; Signifikanz p = 0,060
 Modell R² = 0,209; Modell R²adj. = 0,144
 Durbin-Watson = 2,757
 Effektgröße f² = 0,264; Implizite Teststärke (1-β) = 73,2% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 64: Regressionsanalyse Verfügbarkeit Kapital – ohne Interaktionsterm.

⁸⁵⁷ Wird die unabhängige Variable Investmenterfahrung (IE) aus der Regressionsanalyse eliminiert, so verbessert sich das R²adj des Modells nochmal leicht auf 0,247 (vgl. Anhang 8.14, Tabelle 80).

Aus den Ergebnissen dieser Regressionsanalyse kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Investmenterfahrung und die dadurch erworbene Reputation für die VC-Gesellschaften keine Auswirkung auf deren Zugang zu Kapital hat. Für unerfahrene VC-Investoren ist es nicht schwerer als für erfahrene VC-Investoren Kapital einzusammeln. Somit kann hier auch kein positiver Rückkopplungseffekt ausgelöst werden, aus dem sich ein Vorteil für erfahrene VC-Investoren bei der Investitionstätigkeit ableiten ließe. Dies führt dazu, dass Hypothese 4c abgelehnt werden muss. Die Null-Hypothese, dass kein kausaler Zusammenhang zwischen Investmenterfahrung und der Verfügbarkeit von Kapital besteht, kann aufgrund der vorliegenden Daten nicht verworfen werden. Die Ergebnisse lassen sich dahingehend interpretieren, dass grundsätzlich alle unabhängigen VC-Gesellschaften die Verfügbarkeit von Kapital als für die Investitionstätigkeit einschränkend beurteilen. Diese Beschränkung lässt sich aber nicht in einen kausalen Zusammenhang mit der Investmenterfahrung bringen, sodass hier auch kein Rückkopplungseffekt entstehen und zu Pfadabhängigkeiten führen kann.

6.3.6 Zwischenfazit zu den Pfadabhängigkeiten

Im Rahmen der Datenauswertung konnten zwei mögliche Rückkopplungseffekte identifiziert werden, die möglicherweise zur Entstehung von Pfadabhängigkeiten auf Ebene der VC-Gesellschaften führen können. Der erste Rückkopplungseffekt ist ein Lerneffekt der entsteht, wenn VC-Gesellschaften mit zunehmender Investmenterfahrung immer besser dazu in der Lage sind mit den wahrgenommenen Risiken von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor umzugehen und daher ihr Investitionsverhalten immer weniger einschränken müssen (Bestätigung Hypothese 4-a). Der zweite Rückkopplungseffekt ist ein Komplementaritätseffekt, der dadurch entsteht, dass VC-Gesellschaften mit zunehmender Investmenterfahrung einen besseren Zugang zu externen Sektor-Experten bekommen und mit Hilfe diese Know-hows besser dazu in der Lage sind, Investmententscheidungen zu treffen und Beteiligungsunternehmen zu unterstützen. Der Effekt ist insbesondere bei den unabhängigen und öffentlichen VC-Gesellschaften zu beobachten (Bestätigung Hypothese 4b). Für einen dritten vermuteten Rückkopplungseffekt, der sich aus der Komplementarität von der Investmenterfahrung einer VC-Gesellschaft und ihrem Zugang zu Kapital ergibt, konnten keine Hinweise gefunden werden (Ablehnung Hypothese 4c).

6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nachdem die Datenauswertung und die Überprüfung sämtlicher Hypothesen abgeschlossen ist, werden die Untersuchungsergebnisse an dieser Stelle noch einmal zusammenfassend dargestellt und in den Kontext der Forschungsfrage eingeordnet.

Ziel der ersten Forschungsfrage war es, herauszufinden, ob die geringe beobachtete Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor sich im Kontext der Investi-

tionstheorie auf spezielle nur den Erneuerbare-Energien-Sektor betreffende Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis zurückführen lässt.

Forschungsfrage 1: Beeinträchtigen sektorspezifische Einflussfaktoren VC-Gesellschaften bei Investitionen in junge Technologiefirmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Hypothese | Kurzform | Untersuchungsergebnis |
|----------------|---|---|
| Hypothese 1-a: | Je höher sektorspezifische Risiken eingeschätzt werden, desto eher wird das Investitionsverhalten eingeschränkt. | Bestätigung nur für das regulatorische Risiko |
| Hypothese 1-b: | Je niedriger das sektorspezifische Renditepotential eingeschätzt wird, desto eher wird das Investitionsverhalten eingeschränkt. | Bestätigung |

Tabelle 65: Ergebnisse zur Forschungsfrage 1.

Die Forschungsfrage 1 kann dahin gehend beantwortet werden, dass mit dem »regulatorischen Risiko« und dem »finanziellen Renditepotential« zwei sektorspezifische Einflussfaktoren bestehen, die aufgrund ihrer vergleichsweise negativen Einschätzung durch die VC-Gesellschaften zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor führen. Für die beiden anderen überprüften Einflussfaktoren, »Technologierisiko und »Marktrisiko«, konnte ein solcher Einfluss hingegen nicht nachgewiesen werden. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass spezielle, allein den Erneuerbare-Energien-Sektor betreffende Begebenheiten das Risiko-Rendite-Verhältnis von VC-Investitionen negativ beeinflussen und so einen Erklärungsbeitrag zu der vergleichsweise geringen beobachteten Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor leisten können.

Die zweite Forschungsfrage betrachtete mögliche Unterschiede in der Ausprägung der sektorspezifischen Einflussfaktoren und somit der Attraktivität des Risiko-Rendite-Verhältnisses zwischen den einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors.

Forschungsfrage 2: Unterscheiden sich sektorspezifische Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors aufgrund sektorspezifischer Merkmale?

| Hypothese | Kurzform | Untersuchungsergebnis |
|----------------|---|---|
| Hypothese 2-a: | Je früher die Position im Technologielebenszyklus, desto höher das Technologierisiko. | Bestätigung |
| Hypothese 2-b: | Je größer die Marktgröße, desto geringer das Marktrisiko. | Ablehnung, das Marktrisiko nimmt mit der Marktgröße zu |
| Hypothese 2-c: | Je höher das Marktwachstum, desto geringer das Marktrisiko. | Ablehnung, kein signifikanter Zusammenhang |
| Hypothese 2-d: | Je häufiger die Förderung verändert wird, desto höher das regulatorische Risiko. | Ablehnung. Möglicherweise ist aber die Förder- und Absatzmarktstruktur relevant |

Forschungsfrage 2: Unterscheiden sich sektorspezifische Einflussfaktoren auf die Attraktivität von VC-Investitionen für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors aufgrund sektorspezifischer Merkmale?

| Hypothese | Kurzform | Untersuchungsergebnis |
|----------------|---|---|
| Hypothese 2-e: | Je geringer die Veränderungen der Förderhöhe, desto geringer das regulatorische Risiko. | Bestätigung nur für Absenkung der Förderhöhe |
| Hypothese 2-f: | Je größer der Absatzmarkt, desto höher das finanzielle Renditepotential. | Teilweise Bestätigung. Zusammenhang ist nicht linear (erst Zunahme, dann Abnahme) |
| Hypothese 2-g: | Je höher die Profitabilität, desto höher das finanzielle Renditepotential. | Bestätigung |

Tabelle 66: Ergebnisse zur Forschungsfrage 2.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass sich die sektorspezifischen Einflussfaktoren für die einzelnen Technologiesegmente teils deutlich unterscheiden. Mittels entsprechender Hypothesen konnten eine Reihe sektorspezifischer Merkmale, wie bspw. die »Position im Technologielebenszyklus«, »Marktgröße«, »Veränderung der Förderhöhe« und »Größe« und »Profitabilität des Absatzmarktes«, identifiziert werden, welche die Ausprägung der sektorspezifischen Einflussfaktoren für die einzelnen Technologiesegmente beeinflussen. Aus den Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass bei einer nicht differenzierten Gesamtbetrachtung des Erneuerbare-Energien-Sektors, Unterschiede zwischen den einzelnen Technologiesegmenten nicht ausreichend gewürdigt werden können. Je nach Fragestellung ist es daher erforderlich die Analyse nach Technologiesegmenten differenzierter durchzuführen. Anhand der hier identifizierten Merkmale ist es möglich, vorab die Homogenität eines aus mehreren Segmenten bestehenden Technologiesektors bzgl. seiner Attraktivität für Investitionen der VC-Gesellschaften zu beurteilen.

Ziel der dritten Forschungsfrage war es, den Einfluss bestimmter Merkmale der VC-Gesellschaften auf die Wahrnehmung der vier sektorspezifischen Einflussfaktoren und somit auch auf das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften zu untersuchen.

Forschungsfrage 3: Wie beeinflussen unterschiedliche Merkmale der VC-Gesellschaften, wie bspw. Art der Kapitalgeber, Investmenterfahrungen und die Ausrichtung der Investmentstrategie, die Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren und dementsprechend ihr Investitionsverhalten bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Hypothese | Kurzform | Untersuchungsergebnis |
|----------------|--|-----------------------|
| Hypothese 3-a: | Erfahrene VC-Investoren schätzen die Risiken von Investitionen höher ein als unerfahrene Investoren. | Bestätigung |
| Hypothese 3-b: | Erfahrene VC-Investoren schränken sich in ihrem Investmentverhalten nicht stärker ein als unerfahrene Investoren. | Bestätigung |
| Hypothese 3-c: | Unabhängige VC-Investoren schränken sich in ihrem Investitionsverhalten stärker ein als öffentliche oder CVC-Gesellschaften. | Bestätigung |

Forschungsfrage 3: Wie beeinflussen unterschiedliche Merkmale der VC-Gesellschaften, wie bspw. Art der Kapitalgeber, Investmenterfahrungen und die Ausrichtung der Investmentstrategie, die Wahrnehmung sektorspezifischer Einflussfaktoren und dementsprechend ihr Investitionsverhalten bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Hypothese | Kurzform | Untersuchungsergebnis |
|----------------|--|---|
| Hypothese 3-d: | VC-Investoren, die TFA-Methoden einsetzen, schätzen Risiken höher ein als Investoren, die diese nicht nutzen. | Bestätigung nur für das Technologierisiko |
| Hypothese 3-e: | VC-Gesellschaften, die TFA-Methoden nutzen, schränken ihr Investitionsverhalten weniger ein als VC-Gesellschaften, die diese nicht nutzen. | Ablehnung |

Tabelle 67: Ergebnisse zur Forschungsfrage 3.

Durch die Überprüfung der Hypothesen konnten zwei Merkmale von VC-Gesellschaften identifiziert werden, »Investitionserfahrung« und »Art der Kapitalgeber«, welche die Wahrnehmung der sektorspezifischen Einflussfaktoren und die Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor beeinflussen. Erfahrene VC-Gesellschaften schränken ihre Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor trotz höher eingeschätzter Risiken deutlich weniger ein als unerfahrene VC-Investoren. Neben der möglichen Erklärung, dass erfahrene VC-Investoren besser dazu in der Lage sind mit den Risiken umzugehen zeigen die Ergebnisse der Datenanalyse auch, dass erfahrene VC-Investoren das finanzielle Renditepotential von Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor deutlich positiver einschätzen, als unerfahrene VC-Investoren dies tun, und somit Investitionen insgesamt als attraktiver bewerten. Unabhängige VC-Investoren schränken ihre Investitionstätigkeit stärker ein als öffentliche oder unternehmensinterne VC-Investoren. Neben einer negativeren Einschätzung des regulatorischen Risikos gibt es für sie auch keine nicht-monetären Aspekte, wie bspw. strategische, wirtschafts- oder umweltpolitische Aspekte, die eine Investition in eine ansonsten als unattraktiv bewertete Investitionsgelegenheit rechtfertigen könnten. Für die dritte Merkmalsvariable, die »Nutzung von TFA-Methoden« konnte nur ein Einfluss auf die Wahrnehmung des Technologierisikos bei den VC-Gesellschaften festgestellt werden, die umfangreiche TFA-Methoden zur Technologiebewertung und zur Technologiefrühaufklärung einsetzen. Sie bewerten das Technologierisiko im Erneuerbare-Energien-Sektor höher als VC-Gesellschaften, die dies nicht oder nur sehr eingeschränkt tun. Ein Unterschied bei der Investitionstätigkeit konnte für dieses Merkmal jedoch nicht festgestellt werden.

Die vierte und letzte Forschungsfrage widmete sich der Existenz möglicher positiver Rückkopplungseffekte, die potentiell zu Pfadabhängigkeiten auf Ebene der VC-Gesellschaften führen können. Die Auswertung der erhobenen Daten bestätigte die Vermutung, dass es auf Ebene der VC-Gesellschaften zu positiven Rückkopplungseffekten sowohl durch Lerneffekte als auch durch Komplementaritätseffekte kommt. Der Lerneffekt stellt sich durch wiederholte Investitionen der VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor ein, der Komplementaritätseffekt ergibt sich durch das Zu-

sammenspiel zwischen Investorenerfahrung und dem Zugang zu externen Sektor-Experten. Beide Rückkopplungseffekte könnten entsprechend dem Konzept der Pfadabhängigkeit erklären, dass sich die Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor nur auf wenige erfahrene VC-Gesellschaften beschränkt und kein effizienter Wettbewerb um attraktive Investitionsgelegenheiten stattfindet. VC-Gesellschaften, die bereits in einem anderen Technologiebereich investieren, würden demnach tendenziell dort verharren und nicht auch im Erneuerbare-Energien-Sektor investieren, da sie hier aufgrund der bereits vorhandenen Lern- und Komplementaritätseffekte attraktivere Investitionsgelegenheiten finden. Jungen unerfahrenen VC-Gesellschaften fällt es aufgrund fehlender Lern- und Komplementaritätseffekte schwer, im Erneuerbare-Energien-Sektor attraktive Investitionsgelegenheiten zu identifizieren und wahrzunehmen.

Forschungsfrage 4: Führen Pfadabhängigkeiten auf der Ebene der VC-Gesellschaften zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Hypothese | Kurzform | Untersuchungsergebnis |
|----------------|---|-----------------------|
| Hypothese 4-a: | Je mehr Investorenerfahrung eine VC-Gesellschaft im Erneuerbare-Energien-Sektor gesammelt hat, um so wahrscheinlicher ist sie bereit, in diesem Sektor, trotz der wahrgenommenen Risiken, Investitionen zu tätigen. | Bestätigung |
| Hypothese 4-b: | Investorenerfahrung vereinfacht den Zugang zu externen Sektor-Experten. | Bestätigung |
| Hypothese 4-c: | Investorenerfahrung erleichtert den Zugang zu Kapital. | Ablehnung |

Tabelle 68: Ergebnisse zur Forschungsfrage 4.

Damit kann das Konzept der Pfadabhängigkeit möglicherweise einen Erklärungsbeitrag zu der geringen Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor aufgrund eines begrenzten Angebotes an verfügbarem Kapital leisten.

7 Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick

Ausgangspunkt der vorliegenden Studie war der geringe und in Teilen widersprüchliche wissenschaftliche Erkenntnisstand zu der geringen Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor in Deutschland. Auf der einen Seite weisen qualitativ-explorative Studien auf der Grundlage von Experteninterviews auf sektorspezifische Besonderheiten hin, welche die Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektors für VC-Investitionen negativ beeinflussen. Die geringe Investitionstätigkeit lässt sich hier mit Hilfe der Entscheidungs- bzw. Investitionstheorie erklären. Auf der anderen Seite konnten diese Erkenntnisse bisher nicht mit – zugegebenermaßen relativ oberflächlich und wenig differenziert gehaltenen – quantitativ-konfirmatorischen Studien bestätigt werden, sodass alternative Erklärungsansätze, wie bspw. der der Pfadabhängigkeit bei Organisationen, bemüht werden, um die geringe Investitionstätigkeit zu erklären.

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, die beiden bisher bestehenden unterschiedlichen Erklärungsansätze mittels eines quantitativ-konfirmatorischen Untersuchungsansatzes zu überprüfen und weiterzuentwickeln, mögliche Ursachen für die geringe Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor zu identifizieren und Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für VC-Investitionen aufzuzeigen. Die beiden übergeordneten Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit lauteten somit:

1. Beeinträchtigen sektorspezifische Einflussfaktoren VC-Gesellschaften bei Investitionen in junge Technologiefirmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor?
2. Führen Pfadabhängigkeiten auf der Ebene der VC-Gesellschaften zu einer Einschränkung der Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor?

7.1 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Um die beiden Forschungsfragen beantworten zu können, wurden in einem ersten Schritt die zwei wesentlichen Untersuchungsobjekte der vorliegenden Fragestellungen, »Venture Capital« und »Erneuerbare-Energien-Sektor«, definiert, inhaltlich erläutert und von verwandten Begriffen und Konzepten abgegrenzt (Kapitel 2).

Anschließend wurden die Grundlagen der beiden verwendeten Theorien, der Entscheidungstheorie und der Pfadabhängigkeitstheorie, erläutert und der aktuelle Forschungsstand mit Bezug auf die vorliegenden Forschungsfragen diskutiert (Kapitel 3).

Eine Reihe von empirischen Untersuchungen versucht im Kontext der Entscheidungstheorie unterschiedliche Einflussfaktoren zu identifizieren, die die Attraktivität von VC-Investitionen und das Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften erklären können. Diese Studien sind in den meisten Fällen allgemein gehalten und mit Ausnah-

me der Studien von Kasemir et al. sowie Wüstenhagen und Teppo⁸⁵⁸ nicht auf den Erneuerbare-Energien-Sektor zugeschnitten. Um eine systematische Grundlage für die Beantwortung der ersten Forschungsfrage zu schaffen, wurden anhand der bestehenden Literatur vier sogenannte sektorspezifische Einflussfaktoren definiert, mit deren Hilfe die Attraktivität von Technologiesektoren für VC-Gesellschaften bestimmt werden soll: das Technologierisiko, das Marktrisiko, das regulatorische Risiko und das finanzielle Renditepotential. Diese vier sektorspezifischen Einflussfaktoren bildeten die Grundlage für die weitere Analyse auf Grundlage der Entscheidungstheorie.

Die Pfadabhängigkeitstheorie wurde in der wissenschaftlichen Literatur bisher nicht systematisch zur Untersuchung des Investitionsverhaltens von VC-Gesellschaften angewendet. Um die zweite Forschungsfrage dennoch beantworten zu können, wurde in einem ersten Schritt das Konzept der Pfadabhängigkeit für Organisationen erläutert und anschließend auf den Kontext von VC-Unternehmen übertragen. Dabei konnten unterschiedliche positive Rückkopplungseffekte identifiziert werden, deren empirischer Nachweis ein erstes Indiz für die Existenz von Pfadabhängigkeiten und sich daraus möglicherweise ergebende ineffiziente Gleichgewichte im Markt für Venture Capital wäre.

Auf der Grundlage dieser theoretischen Vorarbeiten wurden verschiedene Hypothesen entwickelt, um die Forschungsfragen im Rahmen einer empirischen Untersuchung beantworten zu können (Kapitel 4).

Bei der Auswahl geeigneter statistischer Methoden zur Auswertung der erhobenen Daten wurde berücksichtigt, dass sowohl die potentielle Anzahl der Studienteilnehmer als auch die Dauer und somit die Kapazität persönlicher Interviews begrenzt ist. Auf komplexe statistische Methoden wie bspw. Strukturgleichungsmodelle wurde daher zugunsten einfacherer statistischer Methoden wie der binär-logistischen, der einfachen linearen und der multiplen Regressionsanalyse und dem Chi-Quadrat-Test verzichtet (Kapitel 5).

Die Datenerhebung wurde mittels persönlicher Interviews im Zeitraum von Juni 2011 bis Februar 2012 durchgeführt (Kapitel 6.1). Hierfür wurden alle VC-Gesellschaften mit Sitz in Deutschland direkt angesprochen, die laut eigenen Angaben grundsätzlich ein Interesse an Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor haben bzw. ein solches nicht explizit ausschließen wollen. Diese wurden zu einer Teilnahme an der Studie eingeladen. Die erreichte Teilnahmequote von 48,2 Prozent ist als gut zu bezeichnen, eine Verzerrung der Antworten aufgrund eines Nicht-Antwort-Verhaltens konnte durch Abgleich der demografischen Merkmale weitestgehend ausgeschlossen werden (Kapitel 6.2).

Die Ergebnisse der Datenanalyse ermöglichten es, die Forschungsfragen differenziert zu beantworten (Kapitel 6.3). Bei zwei der vier untersuchten sektorspezifischen Einflussfaktoren – dem regulatorischen Risiko und dem finanziellen Renditepotential –

⁸⁵⁸ Vgl. Wüstenhagen und Teppo (2006).

konnte gezeigt werden, dass sich ihre Ausprägung aus Sicht der VC-Gesellschaften negativ auf die Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektors auswirkt und VC-Gesellschaften ihr Investitionsverhalten aus diesem Grund einschränken. Während das regulatorische Risiko u.a. aufgrund der Ungewissheit der finanziellen Förderung, der Komplexität der Förderprogramme und der Ungewissheit eines ungehinderten Marktzugangs von den VC-Gesellschaften als erhöht angesehen wird, wird das finanzielle Renditepotential insbesondere aufgrund der relativ langen Entwicklungszeiträume, einer hohen Kapitalintensität bei der Technologieentwicklung und einer geringen Skalierbarkeit der Produktion als eher gering eingeschätzt. Der Umfang der finanziellen Förderung, der von den VC-Gesellschaften als relativ hoch eingeschätzt wird, kann diese für das finanzielle Renditepotential negativen Aspekte nicht kompensieren.

Die anderen beiden sektorspezifischen Einflussfaktoren – das Technologierisiko und das Marktrisiko – wurden von den befragten VC-Gesellschaften ebenfalls als leicht erhöht bewertet. Beide hatten aber keinen messbaren Einfluss auf die Entscheidung der VC-Gesellschaften, ihre Investitionstätigkeit im Erneuerbare-Energien-Sektor einzuschränken.

Im nächsten Auswertungsschritt konnte mit einer nach Technologiesegmenten differenzierten Betrachtung gezeigt werden, dass sich die Ausprägung der sektorspezifischen Einflussfaktoren für die einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors z.T. deutlich unterscheidet: Während die Technologiesegmente oberflächennahe Geothermie, Windkraft (groß) und Wasserkraft (Lauwasser/Speicher) aus Sicht der VC-Gesellschaften ein im Vergleich zum Gesamtmarkt überdurchschnittliches, d.h. attraktiveres Risiko-Rendite-Verhältnis aufweisen, lässt sich für die Technologiesegmente Photovoltaik, Wasserkraft (Gezeiten/Wellen), Biomasse (direkt/erste und zweite Generation) und Windkraft (klein) nur ein unterdurchschnittliches, d.h. unattraktiveres Risiko-Rendite-Verhältnis feststellen. Ein Teil der unterschiedlichen Ausprägung der Einflussfaktoren konnte auf bestimmte sektorspezifische Merkmale wie die Position des Technologiesegments im Lebenszyklus, die Marktgröße, die Ausgestaltung und Kontinuität der finanziellen Förderung sowie die Profitabilität der Absatzmärkte zurückgeführt werden.

Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass auch bestimmte Merkmale der VC-Gesellschaften die Wahrnehmung der sektorspezifischen Einflussfaktoren sowie das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaften beeinflussen. Erfahrene VC-Investoren bewerten die Risiken für VC-Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor zwar höher als unerfahrene VC-Investoren; sie sehen aber auch ein deutlich höheres finanzielles Renditepotential, sodass sie ihr Investmentverhalten weniger stark einschränken als unerfahrene VC-Investoren. Inwieweit dies auf einen adäquateren Umgang mit den Risiken aufgrund der gesammelten Erfahrung oder die positivere Einschätzung des Risiko-Rendite-Verhältnisses zurückzuführen ist, konnte nicht abschließend geklärt werden. Als zweites Merkmal konnte der Typ der VC-Gesellschaft bzw. die Art der Kapitalgeber als Einflussgröße auf das Investmentverhalten identifiziert werden. Un-

abhängige VC-Gesellschaften bewerten insbesondere das regulatorische Risiko deutlich höher als öffentliche oder unternehmensinterne VC-Gesellschaften. Da es gleichzeitig keinen Unterschied bei der Einschätzung des finanziellen Renditepotentials gibt, weisen Investitionsgelegenheiten im Erneuerbare-Energien-Sektor aus Sicht der unabhängigen VC-Gesellschaften ein deutlich schlechteres Risiko-Rendite-Verhältnis auf als für andere VC-Gesellschaften. Da für unabhängige VC-Gesellschaften strategische, umweltpolitische und wirtschaftspolitische Erwägungen nur eine untergeordnete Rolle bei der Investitionsentscheidung spielen, ist die deutlich häufigere Anpassung des Investitionsverhaltens bei unabhängigen VC-Gesellschaften folgerichtig. Das dritte untersuchte Merkmal, die Nutzung von Methoden zur Technologiefrühaufklärung, hat zwar einen messbaren Einfluss auf die Wahrnehmung des Technologierisikos, ein Einfluss auf das Investitionsverhalten der VC-Gesellschaft ergibt sich daraus aber nicht.

Bei der Analyse möglicher positiver Rückkopplungseffekte hat sich gezeigt, dass es einen Lerneffekt bei VC-Gesellschaften gibt: Mit zunehmender Investmenterfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor nimmt die Wahrscheinlichkeit ab, dass VC-Gesellschaften ihre Investitionstätigkeit aufgrund eines unattraktiven Risiko-Rendite-Verhältnisses einschränken. Außerdem konnte ein Komplementaritätseffekt identifiziert werden, der sich darin zeigt, dass sich für VC-Gesellschaften der Zugang zu externen Sektor-Experten mit zunehmender Investitionserfahrung verbessert. Beide Rückkopplungseffekte führen möglicherweise dazu, dass junge unerfahrene VC-Gesellschaften nur schwer Zugang zu Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor bekommen und erfahrene VC-Gesellschaften aus anderen Technologiebereichen ihren Investmentfokus nicht auf den Erneuerbare-Energien-Sektor richten. Die Verfügbarkeit von Wagniskapital für junge Technologieunternehmen wäre dadurch eingeschränkt. Für die Existenz eines dritten positiven Rückkopplungseffekts, zwischen der Komplementarität von Investmenterfahrung und dem Zugang zu Kapital, fanden sich in den Untersuchungsergebnissen keine Hinweise.

Fazit: Beide Erklärungsansätze können erklären, weshalb die beobachtete Investitionstätigkeit von VC-Gesellschaften im Erneuerbare-Energien-Sektor vergleichsweise gering ist. Besonderheiten wie die große Bedeutung des regulatorischen Risikos sowie das relativ geringe finanzielle Renditepotential aufgrund einer hohen Kapitalintensität und geringen Skalierbarkeit der Technologien schränken die Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektors insbesondere für unabhängige VC-Gesellschaften ein. Gleichzeitig erschweren es positive Rückkopplungseffekte auf der Ebene der VC-Gesellschaften neuen, unerfahrenen VC-Gesellschaften, sich im Markt für VC-Finanzierung zu etablieren, sodass eine vorhandene Nachfrage nur auf ein begrenztes Angebot an Wagniskapital trifft, was die Finanzierungsmöglichkeiten junger Technologieunternehmen entsprechend einschränkt.

7.2 Implikationen für die Finanzierung junger Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor und die Ausgestaltung wissenschaftlicher Untersuchungen zum Erneuerbare-Energien-Sektor

Welche Implikationen ergeben sich aus den Untersuchungsergebnissen sowohl für die Finanzierung junger Technologiefirmen aus dem Erneuerbare-Energien-Sektor als auch für die wissenschaftliche Betrachtung des Untersuchungsgegenstandes?

Die Analyse der sektorspezifischen Einflussfaktoren hat gezeigt, dass bestimmte inhärente Eigenschaften des Erneuerbare-Energien-Sektors aus Sicht der VC-Gesellschaften zu einem hohen regulatorischen Risiko und einem niedrigen finanziellen Renditepotential führen und sich daher negativ auf die Investitionstätigkeit der VC-Gesellschaften auswirken. Um das Finanzierungsumfeld für junge Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor zu verbessern, sollte bei der Ausgestaltung der wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen darauf geachtet werden, diese beiden speziell für den Erneuerbare-Energien-Sektor bestehenden negativen Einflussfaktoren abzuschwächen bzw. zu kompensieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die sektorspezifischen Einflussfaktoren und somit die Attraktivität der einzelnen Technologiesegmente des Erneuerbare-Energien-Sektors teils sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Dies erfordert eine differenzierte Betrachtung, wenn das Investitionsumfeld beispielsweise ausschließlich in den besonders unattraktiven Technologiesegmenten gezielt verbessert werden soll.

Die Forschungsergebnisse lassen darauf schließen, dass das regulatorische Risiko insbesondere auf fehlende Kontinuität bei der finanziellen Förderung, die Komplexität der Förderprogramme und zu einem geringeren Teil auch auf regulatorische Hürden für neue Technologien und Marktteilnehmer zurückgeführt werden kann. Eine Maßnahme, das regulatorische Risiko zu verringern, besteht demnach darin, die Fördermaßnahmen für Erneuerbare-Energie-Technologien weiter zu verstetigen. Zwar besteht mit dem EEG zumindest in Deutschland ein Instrument, das auf die langfristige planbare Förderung der Technologiesegmente ausgelegt ist, die Analyse der Entwicklung der Förderung zeigte aber, dass die Förderung der einzelnen Technologiesegmente im EEG durchaus deutlichen unerwarteten Schwankungen unterliegt. Die Analyse der Veränderung der Förderung für die einzelnen Technologiesegmente hat gezeigt, dass möglicherweise Fördermechanismen, die auf eine Verstetigung der Förderung, z.B. mittels Nutzungsverpflichtungen der Endabnehmer, basieren, mit einem geringeren regulatorischen Risiko in Verbindung gebracht werden. Eine weitere Maßnahme zur Verringerung des regulatorischen Risikos wäre, die hohe Komplexität der bestehenden Förderprogramme zu verringern. Um bspw. an direkte Förderzuschüsse für Unternehmen zu gelangen, müssen Technologieunternehmen aus ihrer Sicht oft hohe bürokratische Hürden, langwierige Genehmigungsprozesse und ein aufwendiges Reporting in Kauf

nehmen. Aus den Gesprächen mit den VC-Gesellschaften ging hervor, dass diese bestehende Fördergelder z.T. gar nicht mehr beantragen, da die knappen Managementressourcen für die operative Unternehmensentwicklung eingesetzt werden müssen. Hier können weniger bürokratische und einfache, übersichtliche Förderprogramme sowie eine direkte Unterstützung der Unternehmen mit günstigen Sach- und Dienstleistungen bspw. bei Forschungs- und Entwicklungsaufgaben helfen, die Komplexität für Technologieunternehmen zu verringern und das regulatorische Risiko für Investoren zu reduzieren.

Das finanzielle Renditepotential hingegen kann nicht einfach durch externe Maßnahmen gesteigert werden, da der Umfang der finanziellen Förderung von den VC-Gesellschaften bereits als relativ hoch eingeschätzt wird. Die wesentlichen Gründe für das niedrige finanzielle Renditepotential bestehen in inhärenten Merkmalen des Erneuerbare-Energien-Sektors, nämlich langen Entwicklungszeiträumen für die Technologien und in einer damit verbundenen hohen Kapitalintensität sowie einer geringen Skalierbarkeit der Produktion. Um es Unternehmen und VC-Gesellschaften dennoch zu ermöglichen, eine attraktive Rendite auf das investierte Kapital zu erwirtschaften, könnten Finanzierungsprogramme aufgelegt werden, die VC-Gesellschaften speziell für Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor Eigenkapital zu bevorzugten Konditionen zur Verfügung stellen. Ein solches Programm könnte bspw. derart ausgestaltet sein, dass VC-Gesellschaften, die eigenständig Kapital für Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor einwerben, in gleicher Höhe Kapital von öffentlichen Institutionen zu deutlich bevorzugten Konditionen zur Verfügung gestellt wird. Dieses Kapital könnte dann bspw. im Erfolgsfall nur mit einer geringen Verzinsung zurückgezahlt bzw. die entsprechenden Anteile an den Beteiligungsunternehmen zu einer geringen Prämie von der VC-Gesellschaft übernommen werden. Ein so strukturiertes Co-Funding-Programm der VC-Fonds würde einerseits unabhängige VC-Gesellschaften dazu motivieren, selbst neue Fonds für Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor aufzulegen, und sie gleichzeitig aufgrund der geringeren Renditeanforderungen der öffentlichen Kapitalgeber dazu befähigen, *ceteris paribus* mehr Investitionsgelegenheiten im Erneuerbare-Energien-Sektor wahrzunehmen und eigene Investmenterfahrung zu sammeln. Ein auf diese Weise ausgestaltetes Programm wurde z.B. in der Vergangenheit erfolgreich in Singapur eingesetzt, um gezielt durch VC-Investitionen lokale Technologiefirmen innerhalb strategisch wichtiger Technologiebranchen zu fördern. In Europa konnten auf diese Weise strukturierte Programme bisher nicht umgesetzt werden, da sie nicht mit dem EU-Wettbewerbsrecht vereinbar sind. In dem heute in Deutschland bestehenden System beteiligen sich öffentliche VC-Gesellschaften direkt an jungen Technologieunternehmen, stellen dabei aber i.d.R. ähnlich hohe Renditeanforderungen wie unabhängige VC-Gesellschaften. Das hat zur Folge, dass junge Technologieunternehmen, bei denen das Risiko nicht durch ein entsprechendes Renditepotential kompensiert wird, weder von unabhängigen noch von öffentlichen VC-Gesellschaften das erforderliche Wachstumskapital erhalten. Als mögliche alternative Ansät-

ze zur finanziellen Förderung kommt, neben einer Anpassung des EU-Wettbewerbsrechts für Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor, eine stärkere finanzielle Förderung der von der EU als weniger kritisch gesehenen Vorgründungsphase (Seed) der Technologieunternehmen mittels zinsgünstiger, zweckgebundener Darlehen in Betracht. Darlehen haben für die Gründer den Vorteil, dass sie die Anteile der Gründer an dem Unternehmen nicht verwässern. Eine weitere Alternative könnte die Förderung von Social VC-Gesellschaften, die bei Investitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor weniger die finanzielle und mehr die ökologische Rendite berücksichtigen, darstellen. Die hohe Kapitalintensität in diesem Sektor würde allerdings eine signifikante Kapitalausstattung der Social VC-Gesellschaften erfordern, was mit Blick auf die noch geringe Verbreitung dieser Anlagevariante bei Investoren wenn überhaupt nur mittel- und langfristig realisierbar wäre.

Die Analyse des Investitionsverhaltens der VC-Gesellschaften in Bezug auf Pfadabhängigkeiten hat ergeben, dass es positive Rückkopplungseffekte gibt, die potentiell zu Ineffizienzen bei der Finanzierung junger Technologiefirmen führen können. Mit zunehmender Investorenerfahrung sind VC-Gesellschaften nicht nur besser dazu in der Lage, mit den bestehenden sektorspezifischen Risiken und Renditepotentialen umzugehen, sie verfügen auch über einen besseren Zugang zu externen Sektor-Experten, die sie bei der Investitionsentscheidung beraten und bei der Betreuung der Technologieunternehmen unterstützen können. Um hieraus keine Markteintrittsbarrieren für junge VC-Gesellschaften bzw. keine ineffizienten Marktstrukturen entstehen zu lassen, sollten alle beteiligten Akteure gezielt Maßnahmen ergreifen, um junge, unerfahrene VC-Gesellschaften, die über keine oder nur geringe Investorenerfahrung verfügen, gezielt zu fördern. Eine Möglichkeit wäre, die zuvor beschriebenen Co-Funding-Programme speziell für junge, unerfahrene VC-Gesellschaften aufzulegen. Dabei wäre eine bevorzugte finanzielle Förderung, die potentiell im Konflikt mit dem EU-Wettbewerbsrecht stehen würde, möglicherweise nicht notwendig. Durch eine ausreichend großzügige Kapitalausstattung für Investitionen im Erneuerbare-Energien-Bereich hätten die VC-Gesellschaften die Möglichkeit, Investorenerfahrung und Netzwerke im Erneuerbare-Energien-Bereich selbst aufzubauen.

Ein zweiter Ansatz könnte darin bestehen, jungen VC-Gesellschaften den hilfreichen Zugang zu externen Sektor-Experten über eine gezielte Förderung von Branchen-Netzwerken zu erleichtern.

Neben den möglichen Ansätzen für ein verbessertes Finanzierungsumfeld für junge Technologieunternehmen ergeben sich aus den Untersuchungsergebnissen auch Implikationen für die Ausgestaltung wissenschaftlicher Untersuchungen über die Finanzierung junger Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor. Auf der einen Seite hat die Analyse gezeigt, dass sich der Erneuerbare-Energien-Sektor aus einer Vielzahl teils sehr heterogener Technologiesegmente zusammensetzt, deren individuelle Merkmale zu einer unterschiedlichen Ausprägung der Attraktivität von Technologieunternehmen aus Sicht der VC-Gesellschaften führen. Auf der anderen Seite

lassen sich signifikante Unterschiede beim Investitionsverhalten von VC-Gesellschaften identifizieren, je nachdem, über wie viel Erfahrung sie bereits verfügen und um welchen Typ von VC-Gesellschaft es sich handelt. Diese Erkenntnisse machen deutlich, dass bei der wissenschaftlichen Betrachtung des Untersuchungsgegenstandes das Forschungsdesign so konzipiert werden muss, dass der Einfluss unterschiedlicher Technologiesegmente und VC-Gesellschaftsmerkmale auf das Untersuchungsergebnis kontrolliert werden kann. Nur dann können bestehende Sachverhalte vollständig und richtig erkannt, Fragestellungen mit dem erforderlichen Differenzierungsgrad beantwortet und Handlungsempfehlungen präzise und lösungsorientiert formuliert werden.

7.3 Einschränkungen dieser Studie

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung unterliegen gewissen Einschränkungen, die sich aus dem gewählten Untersuchungsansatz ergeben und die bei der Interpretation der vorliegenden Forschungsergebnisse berücksichtigt werden müssen. Sie können aber gleichzeitig als Ansatzpunkte für weitergehende zukünftige Forschungsvorhaben dienen.

Für die formative Spezifizierung der vier latenten Konstrukte – der sektorspezifischen Einflussfaktoren auf das Risiko-Rendite-Verhältnis – konnte aufgrund fehlender Vorlagen nicht auf bestehende und bereits validierte formative Konstrukte aus der wissenschaftlichen Literatur zurückgegriffen werden. Die in der Studie zur Konstrukt-messung verwendeten Indikatoren wurden auf der Grundlage unterschiedlicher Ansätze neu zusammengestellt, mit dem Ziel, die Konstrukte inhaltlich möglichst vollständig zu erfassen. Um den Umfang der Interviews in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde die Anzahl der Indikatoren pro Konstrukt auf nur vier Indikatoren begrenzt, sodass eine Fokussierung auf die aus Sicht des Autors wesentlichsten Indikatoren erfolgen musste. Trotz einer insgesamt guten Konstruktvalidität in der vorliegenden Untersuchung konnten Aspekte von vermeintlich geringerer Bedeutung bei der Spezifizierung nicht berücksichtigt werden. In der Regressionsanalyse wurde außerdem deutlich, dass nicht alle ausgewählten Indikatoren einen statistisch signifikanten Erklärungsbeitrag einbringen; die Validität dieser Indikatoren ist möglicherweise begrenzt.

Aufgrund der geringen Anzahl potentieller Untersuchungsteilnehmer wurde auf die Anwendung umfangreicher Strukturgleichungsmodelle und eine Identifizierung der formativen Konstrukte mittels reflektiver Indikatoren verzichtet. Die hier durchgeführte Konstruktidentifizierung mittels einer direkten Globalabfrage unterstellt, dass die Befragten die Konstrukte verlässlich und ohne individuelle Verzerrung einschätzen konnten. Mögliche Messfehler können in diesem Ansatz aber nicht mit Hilfe redundanter reflektiver Indikatoren identifiziert und korrigiert werden.

Die geringe absolute Anzahl der an der Befragung teilnehmenden VC-Gesellschaften begrenzt trotz der mit 48,5 Prozent relativ hohen Beteiligungsquote die Möglichkeiten, die erhobenen Daten in allen Details auszuwerten. Deutlich wurde dies

unter anderem bei dem Versuch, Moderatoreffekte in der multiplen Regressionsanalyse zu untersuchen. Trotz des Verzichts auf komplexere statistische Verfahren konnten in den Analysen nur mittlere und große Effektgrößen mit einer ausreichenden statistischen Signifikanz identifiziert werden. Kleine Effektgrößen konnten mit dem vorliegenden Untersuchungsdesign nicht als statistisch signifikant identifiziert werden. Besonders nachteilig wirkte sich die geringe Anzahl der betrachteten Technologiesegmente bei der Untersuchung der Unterschiede zwischen den Technologiesegmenten aus. Zwar konnten einige wesentliche Zusammenhänge für die 12 Technologiesegmente mit Hilfe der einfachen linearen Regression identifiziert werden, aber auf eine weitergehende Analyse multipler linearer und nichtlinearer Zusammenhänge musste verzichtet werden.

Die identifizierten positiven Rückkopplungseffekte stellen keinen abschließenden Beweis für die Existenz ineffizienter Gleichgewichte im Markt für die Finanzierung junger Technologieunternehmen dar. Sie sind nur eine notwendige Voraussetzung für die Existenz von Pfadabhängigkeiten. Um die Existenz dieser Pfadabhängigkeiten tatsächlich zu belegen, bedarf es weitergehender Untersuchungen, die den gesamten Prozess von der Entstehung von Pfaden aufgrund zufälliger, kleiner Ereignisse bis hin zum Lock-in ineffizienter Gleichgewichte identifizieren.

7.4 Ansatzpunkte für zukünftige Forschungsarbeiten

Aus den oben identifizierten Einschränkungen dieser Studie lassen sich mehrere untersuchungswerte Ansatzpunkte für zukünftige Forschungsarbeiten ableiten.

Die relativ geringe Anzahl von vier formativen Indikatoren pro latenter Variable hat in der vorliegenden Studie die Erfassung aller inhaltlichen Aspekte der vier sektorspezifischen Konstrukte nicht gestattet. Um ein umfassenderes Verständnis insbesondere der beiden sektorspezifischen Einflussfaktoren zu erlangen, die die Investitionsentscheidung der VC-Gesellschaften negativ beeinflussen, nämlich des regulatorischen Risikos und des finanziellen Renditepotentials, könnten Untersuchungen beitragen, bei denen die Operationalisierung mittels einer größeren Anzahl formativer Indikatoren durchgeführt wird. Hierdurch könnten weitere Ansatzpunkte identifiziert werden, wie die negativen Einflussfaktoren auf die Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektors mit Hilfe gezielter Maßnahmen abgeschwächt bzw. kompensiert werden können.

Die Datenerhebung der vorliegenden Studie war aufgrund der vorhandenen zeitlichen und finanziellen Ressourcen auf die in Deutschland ansässigen, im BVK organisierten VC-Gesellschaften sowie den Erneuerbare-Energien-Sektor i.e.S. beschränkt. Eine Ausweitung des Untersuchungsansatzes, idealerweise auf den gesamten europäischen Kontext, würde es ermöglichen, die vorliegenden Fragestellungen mit einer höheren absoluten Teilnehmerzahl mittels zusammenhängender Strukturgleichungsmodelle und mit einer höheren statistischen Genauigkeit zu untersuchen. Außerdem wäre es wahrscheinlich möglich, effektive nationale Rahmenbedingungen zur Förde-

rung von VC-Gesellschaften bzw. zur Finanzierung junger Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor zu identifizieren und so die in dieser Studie gemachten Handlungsempfehlungen zu validieren. Neben einer umfassenderen Abbildung des Investorenuniversums könnte eine detailliertere und breiter angelegte Betrachtung des Erneuerbare-Energien-Sektors die externe Validität der Untersuchungsergebnisse weiter erhöhen. Der gesamte Bereich Intelligente Netze und Speicher hat in den letzten Jahren aufgrund der stark wachsenden fluktuierenden Strommengen aus erneuerbaren Quellen für die Systemintegration Erneuerbarer-Energie-Technologien deutlich an Bedeutung gewonnen. Auch wenn sich die in dieser Studie präsentierten Forschungsergebnisse zum Teil auch auf diesen Bereich übertragen lassen, würde eine Validierung der Ergebnisse für den Erneuerbare-Energien-Sektor i.w.S. es ermöglichen, potentielle Investitionshemmnisse für VC-Gesellschaften in diesen Technologiesegmenten frühzeitig zu identifizieren.

Die in der vorliegenden Studie gewonnenen Erkenntnisse sind in gewisser Weise eine Stichtagsbetrachtung des Finanzierungsumfeldes für junge Technologieunternehmen. Um sowohl die vermuteten kausalen Beziehungen zwischen den sektorspezifischen Einflussfaktoren und dem Investitionsverhalten als auch die Entwicklung der identifizierten Lern- und Komplementaritätseffekte weiter zu bestätigen, würde es sich anbieten, Längsschnittanalysen über einen längeren Zeitraum durchzuführen. Zusätzlich zu den bestehenden Analysen könnte bei einer regelmäßigen Untersuchung möglicherweise eine qualitative Befragung derjenigen VC-Gesellschaften erfolgen, die sich aus der Finanzierung von Technologieunternehmen im Erneuerbare-Energien-Sektor zurückgezogen haben. Diese Gruppe von VC-Gesellschaften wurde mit dem vorliegenden Untersuchungsdesign nicht erfasst.

Um aus den nachgewiesenen positiven Rückkopplungseffekten bei VC-Gesellschaften deutlicher auf Pfadabhängigkeiten und die Existenz ineffizienter Gleichgewichte schließen zu können, sollten zukünftige Forschungsarbeiten den gesamten Entstehungsprozess von Pfadabhängigkeiten untersuchen – von den anfänglichen kleinen zufälligen Ereignissen bis hin zu der Frage, ob der aktuelle Zustand tatsächlich ein ineffizientes Gleichgewicht darstellt, in dem die etablierten VC-Gesellschaften inadäquate Überrenditen erwirtschaften können.

8 Anhang

8.1 Fragebogen

Fragebogen zur Studie:

Hemmnisse bei der Wagniskapitalfinanzierung von Unternehmen aus dem
Erneuerbare-Energien-Sektor

Risiko-Rendite Einschätzung, Pfadabhängigkeiten und die Nutzung von Methoden zur
Technologiefrühaufklärung

Kontaktdaten:

Oliver Keilhauer
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

Tel.: +49 173 2834440
Mobil: + 49 173 2834440
Fax: +49 202 2492-108

E-mail: oliver.keilhauer@wupperinst.org



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Teil I: Allgemeine Angaben

Allgemeine Angaben zur Investmentgesellschaft:

1. Name Investmentgesellschaft: _____
2. Name Ansprechpartner: _____
3. Kontaktdetails: _____

Kategorisierung der Investmentgesellschaft:

4. Art der Beteiligungsgesellschaft (Kapitalgeber):
- Unabhängig (Institutionelle/private Investoren)
- Corporate Venture Capital (Industrieunternehmen)
- Öffentlich/Staatlich (i.w.S. Öffentliche Hand)

Größe der Investmentgesellschaft:

5. Kapitalausstattung/Fondsvolumen (Eigenkapital in EUR Mio.): _____
- a) davon investiert (in EUR Mio.): _____
6. Anzahl Mitarbeiter (Investment Professionals): _____
- a) davon mit dem Erneuerbare-Energien-Sektor betraut: _____

Investmentfokus der Investmentgesellschaft:

7. Fokussierung nach Branchen:
- Keine Fokussierung
- Unter anderem erneuerbare Energien
- Ausschließlich erneuerbare Energien
- Fokussierung auf bestimmte Sektoren aber nicht erneuerbare Energien
8. Fokussierung nach Investmentphase:
- Keine Fokussierung
- Unter anderem Seed/Start-up
- Ausschließlich Seed/Start-up

Investmenterfahrung der Investmentgesellschaft:

9. Investmenttätigkeit seit:
- | | 0 Jahre | <3 Jahre | 3-7 Jahre | >7 Jahre |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) Frühphase (Seed/Start-up) allgemein: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Erneuerbare Energien/Cleantech Sektor allgemein: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Frühphase im Erneuerbare Energien/Cleantech Sektor: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

10. Anzahl getätigter Investitionen: _____
- a) Davon Seed/Start-up Investments: _____
- b) Davon Erneuerbare-Energien: _____

11. Mutter-/Schwestergesellschaft mit Wagniskapital-Investmenterfahrung im Erneuerbare-Energien-Sektor?

Ja, Name: _____

Nein

Teil 2: Sektorspezifische Einflussfaktoren

Im folgenden Abschnitt werden für den Erneuerbare-Energien-Sektor spezifische Einflussfaktoren bestimmt, die sich auf das wahrgenommene Verhältnis von Risiko und Rendite einer Investition auswirken.

Das sektorspezifische Risiko für Frühphasen-Investitionen wird mit Hilfe dreier unterschiedlicher Komponenten beschrieben: dem **Technologie- bzw. Innovationsrisiko**, dem **Markt- bzw. Geschäftsrisiko** und dem **regulatorischen Risiko**.

Frage 1a: Bestehen aus Ihrer Sicht im Erneuerbare-Energien-Sektor Risikofaktoren, die nur diesen Sektor betreffen (verglichen mit anderen Sektoren wie beispielsweise Telekommunikation, Biotechnologie, etc.)

- ja
- nein

Frage 1b: Bestehen aus Ihrer Sicht im Erneuerbare-Energien-Sektor Einflussfaktoren auf die Renditeaussichten, die nur diesen Sektor betreffen (verglichen mit anderen Sektoren wie beispielsweise Telekommunikation, Biotechnologie, etc.)

- ja
- nein

Frage 2a: Das Technologie-/Innovationsrisiko von Frühphasen-Investitionen lässt sich anhand von unterschiedlichen Einflussgrößen beschreiben. Wie bewerten Sie allgemein die folgenden Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor: | | Bewertung: | | | | |
|---|------|------------|-------|------|---|---|
| | | Niedrig | ..... | Hoch | | |
| (a) Innovationspotential (Weiterentwickelbarkeit der Technologie) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (b) Innovationsdynamik (Verfallszeit der Technologie) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (c) Vorhersehbarkeit Technologieentwicklung (Stabilität in der Technologievorhersage) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (d) Entwicklungsdauer neuer Produkte (Von der Produktidee bis zur Marktreife/Time-to-market) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 2b: Wie bewerten Sie insgesamt das Technologie-/Innovationsrisiko bei Frühphasen-Investitionen für den Erneuerbare-Energien-Sektor?

| | | | | | | |
|-----------------------------------|------|---|---|---|---|---|
| (A) Technologie-Risiko insgesamt: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|------|---|---|---|---|---|

Frage 2c: Unterscheidet sich das Technologie-/Innovationsrisiko für einzelnen Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors von der Gesamtbetrachtung? Wenn ja, bitte bewerten Sie die einzelnen Segmente entsprechend (wird nicht zwischen Teilsegmenten differenziert, kann auch ein Gesamtwert pro Segment angegeben werden).

| Technologie-Risiko nach Segment: | | Bewertung: | | | | |
|--|------|------------|-------|------|---|---|
| | | Niedrig | ..... | Hoch | | |
| Windkraft: | | | | | | |
| - Großanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Kleinanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Photovoltaik: | | | | | | |
| - Kristalin | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Dünnschicht, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Solarthermie: | | | | | | |
| - Hochtemperatur (CSP) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Niedertemperatur | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wasserkraft: | | | | | | |
| - Laufwasser/Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Gezeitenkraft, Wellenkraft, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Geothermie: | | | | | | |
| - Oberflächennahe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Tiefe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Biomasse: | | | | | | |
| - Biomasse/Biodiesel/ethanol 1ste Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - BtL/ 2te Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Smartgrid: | | | | | | |
| - Intelligenter Verbrauch (Messung/Anwendung/etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Intelligente Steuerung (IT/Kommunikation) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 3a: Das Markt- bzw. Geschäftsrisiko von Frühphasen-Investitionen lässt sich anhand von unterschiedlichen Einflussgrößen beschreiben. Wie bewerten Sie allgemein die folgenden Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor: | | Bewertung: | | | | |
|--|------|------------|-------|------|---|---|
| | | Niedrig | ..... | Hoch | | |
| (a) Absatzmarkt-Risiko (Marktgröße, Wachstumsrate, Streuung, konjunkturelle Schwankungen) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (b) Beschaffungsmarkt-Risiko (Versorgungssicherheit, wirtschaftliche Risiken) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (c) Markteintritts-Risiko (Barriere/Widerstand gegenüber neuen Marktteilnehmern) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (d) Wettbewerbs-Risiko (Marktbeherrschung durch Wettbewerber, Preis statt Qualität) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 3b: Wie bewerten Sie insgesamt das Markt-/Geschäftsrisiko bei Frühphasen-Investitionen für den Erneuerbare-Energien-Sektor?

| | | | | | | |
|---------------------------------------|------|---|---|---|---|---|
| (B) Markt-/Geschäftsrisiko insgesamt: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------|------|---|---|---|---|---|

Frage 3c: Unterscheidet sich das Markt- bzw. Geschäftsrisiko für einzelnen Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors von der Gesamtbetrachtung? Wenn ja, bitte bewerten Sie die einzelnen Segmente entsprechend (wird nicht zwischen Teilsegmenten differenziert, kann auch ein Gesamtwert pro Segment angegeben werden).

| Markt-/Geschäftsrisiko nach Segment: | | Bewertung: | | | | |
|--|------|------------|-------|------|---|---|
| | | Niedrig | ..... | Hoch | | |
| Windkraft: | | | | | | |
| - Großanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Kleinanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Photovoltaik: | | | | | | |
| - Kristalin | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Dünnschicht, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Solarthermie: | | | | | | |
| - Hochtemperatur (CSP) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Niedertemperatur | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wasserkraft: | | | | | | |
| - Laufwasser/Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Gezeitenkraft, Wellenkraft, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Geothermie: | | | | | | |
| - Oberflächennahe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Tiefe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Biomasse: | | | | | | |
| - Biomasse/Biodiesel/-ethanol 1ste Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - BtL/etc. 2te Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Smartgrid: | | | | | | |
| - Intelligenter Verbrauch (Messung/Anwendung/etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Intelligente Steuerung (IT/Kommunikation) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 4a: Das regulatorische Risiko von Frühphasen-Investitionen lässt sich anhand von unterschiedlichen Einflussgrößen beschreiben. Wie bewerten Sie allgemein die folgenden Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor: | Bewertung: | | | | | |
|---|------------|-------|------|---|---|---|
| | Niedrig | ..... | Hoch | | | |
| (a) Fehlende Kontinuität/Ungewissheit der Förderung (Unvorhersehbarkeit der Fördermaßnahmen) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (b) Komplexität der Förderprogramme (Einfacher/Schneller Zugang zu Fördermitteln) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (c) Ungewissheit/Unzuverlässigkeit Marktzugang (Regulatorische Hürden für neue Technologien und Marktakteure) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (d) Staatliche Vorgaben/Regulieren zu Technologien | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 4b: Wie bewerten Sie insgesamt das regulatorische Risiko bei Frühphasen-Investitionen für den Erneuerbare-Energien-Sektor?

| | | | | | | |
|---------------------------------------|------|---|---|---|---|---|
| (C) Regulatorisches Risiko insgesamt: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------|------|---|---|---|---|---|

Frage 4c: Unterscheidet sich das regulatorische Risiko für einzelnen Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors von der Gesamtbetrachtung? Wenn ja, bitte bewerten Sie die einzelnen Segmente entsprechend (wird nicht zwischen Teilsegmenten differenziert, kann auch ein Gesamtwert pro Segment angegeben werden).

| Regulatorisches Risiko nach Segment: | Bewertung: | | | | | |
|--|------------|-------|------|---|---|---|
| | Niedrig | ..... | Hoch | | | |
| Windkraft: | | | | | | |
| - Großanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Kleinanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Photovoltaik: | | | | | | |
| - Kristalin | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Dünnschicht, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Solarthermie | | | | | | |
| - Hochtemperatur (CSP) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Niedertemperatur | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wasserkraft | | | | | | |
| - Laufwasser/Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Gezeitenkraft, Wellenkraft, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Geothermie: | | | | | | |
| - Oberflächennahe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Tiefe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Biomasse: | | | | | | |
| - Biomasse/Biodiesel/-ethanol 1ste Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - BtL/Biogas/etc. 2te Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Smartgrid: | | | | | | |
| - Intelligenter Verbrauch (Messung/Anwendung/etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Intelligente Steuerung (IT/Kommunikation) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 5a: Die Vorteilhaftigkeit einer Investition lässt sich anhand verschiedener Aspekte beschreiben. Welche Bedeutung haben für Sie die folgenden Aspekte bei der Beurteilung einer Investition im Erneuerbare-Energien-Sektor:

| | | Bewertung: | | | | |
|---|------|------------|---|---|---|------|
| | | Niedrig | | | | Hoch |
| (a) Finanzielle Rendite (Erwartete Rendite auf das eingesetzte Kapital) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (b) Strategische Nutzen (Zugang zu Technologie/Netzwerk, Komplementarität mit I-Portfolio) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (c) Industriepolitische Ziele (Standortförderung, Arbeitsplatzsicherung) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (d) Umweltpolitische Ziele (Beitrag zu Klimaschutz, Nachhaltigkeit) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 5b: Das finanzielle Rendite-Potential von Frühphasen-Investitionen lässt sich anhand von unterschiedlichen Einflussgrößen beschreiben. Wie bewerten Sie allgemein die folgenden Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Einflussgrößen im Erneuerbare-Energien-Sektor | Bewertung: | | | | | |
|---|------------|-------|-------|-------|------|---|
| | Niedrig | ..... | ..... | ..... | Hoch | |
| (a) Umfang finanzielle Förderung (Höhe der Einspeisevergütung, Investitionszuschüsse, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (b) Kapitalintensität der Technologieentwicklung (Kapitalerfordernis bis zur Marktreife/Capital-to-market) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (c) Entwicklungsdauer neuer Produkte (Von der Produktidee bis zur Marktreife/Time-to-market) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (d) Skalierbarkeit der Produktion (i.w.S. Steigerung Produktion ohne Ausweitung Fixkosten) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 5c: Wie bewerten Sie insgesamt das Rendite-Potential bei Frühphasen-Investitionen für den erneuerbare-Energien-Sektor?

| | | | | | | |
|-------------------------------|------|---|---|---|---|---|
| (D) Rendite-Potential-Gesamt: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|------|---|---|---|---|---|

Frage 5d: Wie bewerten Sie das Rendite-Potential für die jeweiligen Segmente des Erneuerbare-Energien-Sektors (wird nicht zwischen Teilssegmenten differenziert, kann auch ein Gesamtwert pro Segment angegeben werden)?

| | | | | | | |
|--|------|---|---|---|---|---|
| Windkraft: | | | | | | |
| - Großanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Kleinanlagen | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Photovoltaik: | | | | | | |
| - Kristalin | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Dünnschicht, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Solarthermie | | | | | | |
| - Hochtemperatur (CSP) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Niedertemperatur | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wasserkraft | | | | | | |
| - Laufwasser/Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige (Gezeitenkraft, Wellenkraft, etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Geothermie: | | | | | | |
| - Oberflächennahe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Tiefe | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Biomasse: | | | | | | |
| - Biomasse/Biodiesel/-ethanol 1ste Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - BiL/Biogas/etc. 2te Generation | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Smartgrid: | | | | | | |
| - Intelligenter Verbrauch (Messung/Anwendung/etc.) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Intelligente Steuerung (IT/Kommunikation) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Speicher | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| - Sonstige | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 6: Hat ihre Einschätzung von Risiken und Rendite-Potential für den Erneuerbare-Energien-Sektor bzw. dessen Segmente (Fragen 2 bis 5) Auswirkungen auf ihr Investmentverhalten?

- ja, es erfolgt eine Anpassung des Investmentverhaltens
- nein, es erfolgt keine Anpassung des Investmentverhaltens

Wenn ja, Frage 6a und 6b:

Frage 6a: Wird bei der Anpassung des Investmentverhaltens zwischen einzelnen Segmenten innerhalb des Erneuerbare-Energien-Sektors differenziert?

- Nein, es erfolgt eine generelle Anpassung für den gesamten Sektor
- Ja, es erfolgt eine nach Segmenten differenziert Anpassung

Frage 6b: Auf welche Weise wird das Investmentverhalten angepasst?

- in den gesamten Erneuerbare-Energien-Sektor wird nicht investiert
- in einzelne Segmente wird nicht investiert: _____
- es erfolgt eine Anpassung der Investment-Struktur:
 - die Unternehmensphase in der investiert wird, wird angepasst (später)
 - das Investitionsvolumen der einzelnen Investition wird angepasst (geringer)
 - die Rendite-Erwartung wird dem Risiko angepasst (höher)
 - die Investition wird nur zusammen mit einem Lead-Investor durchgeführt
 - Sonstige _____

Teil 3: Nutzung von Methoden zur Technologiefrühaufklärung

Frage 7: Welchen Stellenwert haben für Sie die folgenden Aktivitäten im Rahmen ihrer Investmenttätigkeit?

| Aktivität: | | Grad der Bedeutung: | | | | |
|--|------|---------------------|-------|------|---|---|
| | | Niedrig | ..... | Hoch | | |
| Identifikation <u>attraktiver Segmente</u> (des Erneuerbare-Energien-Sektors)? (Technologie-Vorausschau/Frühaufklärung) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Die Auswahl <u>attraktiver Investments</u> (des Erneuerbare-Energien-Sektors)? (Technologie-Bewertung) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 8: Nutzen Sie Methoden zur Technologiefrühaufklärung bei der Ausrichtung ihres Investmentstrategie bzw. der proaktiven Vorauswahl von Investmentmöglichkeiten?

- Ja
 Nein

Frage 8a: Welche Methoden zur Technologiefrühaufklärung werden zur Ausrichtung der Investmentaktivität bzw. der Analyse einzelner Technologiesegmente genutzt bzw. für wie geeignet halten Sie diese?

| Methode | Nutzung | | Eignung: | | | | |
|-----------------------------|-------------|------|------------|-------|---------|-------|----------|
| | | | Ungeeignet | ..... | neutral | ..... | Geeignet |
| Brainstorming | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Publikationsanalysen: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Patentanalysen: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tagungsbeobachtungen: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| S-Kurvenanalysen: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Erfahrungskurven: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Trendexploration: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Experten-Panels: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Flexible Expertenbefragung: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Lead-User-Analysen: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Delphi-Studien: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Roadmapping: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Szenarien: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Back-Casting: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Relevanzbäume: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Akteursanalysen: | (ja)/(nein) | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sonstige: | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Frage 8b: Welche Voraussetzungen muss Ihrer Ansicht nach eine Methode zur Technologiefrühaufklärung erfüllen, um für die Strategiewaueichtung bzw. die proaktive Vorauswahl von Investmentmöglichkeiten geeignet zu sein?

Teil 4: Pfadabhängigkeiten

Frage 9: In wie weit beeinflussen die folgenden Faktoren den Umfang ihrer Investitionstätigkeit im Bereich Erneuerbare Energien?

| Faktor | | Grad der Beeinflussung: | | | | |
|--|------|-------------------------|-------|------|---|---|
| | | Niedrig | ..... | Hoch | | |
| (a) Verfügbarkeit von Kapital: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (b) Verfügbarkeit von Sektor-Experten: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (c) Verfügbarkeit von Investitionsmöglichkeiten: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (d) Sonstige: _____ | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Frage 9a: Wie bedeutend sind die folgenden Faktoren aus ihrer Sicht für die Verfügbarkeit von Kapital für Wagniskapitalinvestitionen im Erneuerbare-Energien-Sektor?

| Faktor | | Grad der Bedeutung: | | | | |
|--|------|---------------------|-------|------|---|---|
| | | Niedrig | ..... | Hoch | | |
| (i) Langsame Adaption der Sektor-Allokation durch Investoren: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (ii) Geringe wirtschaftliche Attraktivität des Sektors: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (iii) Geringe Investmenthistorie der VC-Gesellschaften: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (iv) Langsame Adaption des Sektor-Fokus durch VC-Gesellschaften: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (v) Allgemein schwieriges Marktumfeld für VC-Gesellschaften: | k.A. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (vi) Sonstige: _____ | | | | | | |

Wenn zutreffend Fragen 9b bis 9d:

Frage 9b: Welcher Bereich ist von der geringen Verfügbarkeit erforderlicher Sektor-Expertise betroffen?

- In-house: Investmentmanager mit entsprechender Sektorerfahrung
- Extern: z.B.: Kompetenznetzwerk

Frage 9c: Welche Gründe gibt es aus Ihrer Sicht für die geringe Verfügbarkeit von Investitionsmöglichkeiten in Deutschland?

- Unzureichende Gründermentalität
- Innovationen finden innerhalb bestehender Unternehmen statt
- Gründerfinanzierung findet nicht am Wagniskapitalmarkt statt
- Sonstige: _____

Frage 9d: Betrifft die geringe Verfügbarkeit von Investitionsmöglichkeiten überdurchschnittlich den Erneuerbare-Energien-Sektor (verglichen mit anderen Sektoren wie zB Biotech, oder IT)?

- ja
- nein

Platz für Notizen:

8.2 Angepasste Regressionsanalyse – Technologierisiko

| Abhängige Variable: Technologierisiko (TR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C _{TR} | -0,603 | 0,713 | -- | 0,406 | -- | -- | -- | -- |
| Innovationspotential | TR01 | 0,265 | 0,141 | 0,265 | 0,074 | 1,157 | 0,061 | 0,152 | 62,8% |
| Innovationsdynamik | TR02 | 0,276 | 0,105 | 0,359 | 0,015 | 1,077 | 0,120 | 0,102 | 48,6% |
| Entwicklungsdauer neuer Produkte | TR04 | 0,560 | 0,134 | 0,590 | 0,000 | 1,161 | 0,299 | 0,602 | 98,8% |

Modell F = 11,644; Signifikanz p = 0,000
 Modell R² = 0,603; Modell R² adj. = 0,551
 Durbin-Watson = 1,785
 Effektgröße f² = 1,53; Implizite Teststärke (1-β) = 99,9% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 69: Zusammenfassung der Varianz- und Regressionsanalyse für das Konstrukt Technologierisiko nach Eliminierung des Prädiktors TR03.

8.3 Statistische Auswertung: Regressionsanalyse – Technologierisiko

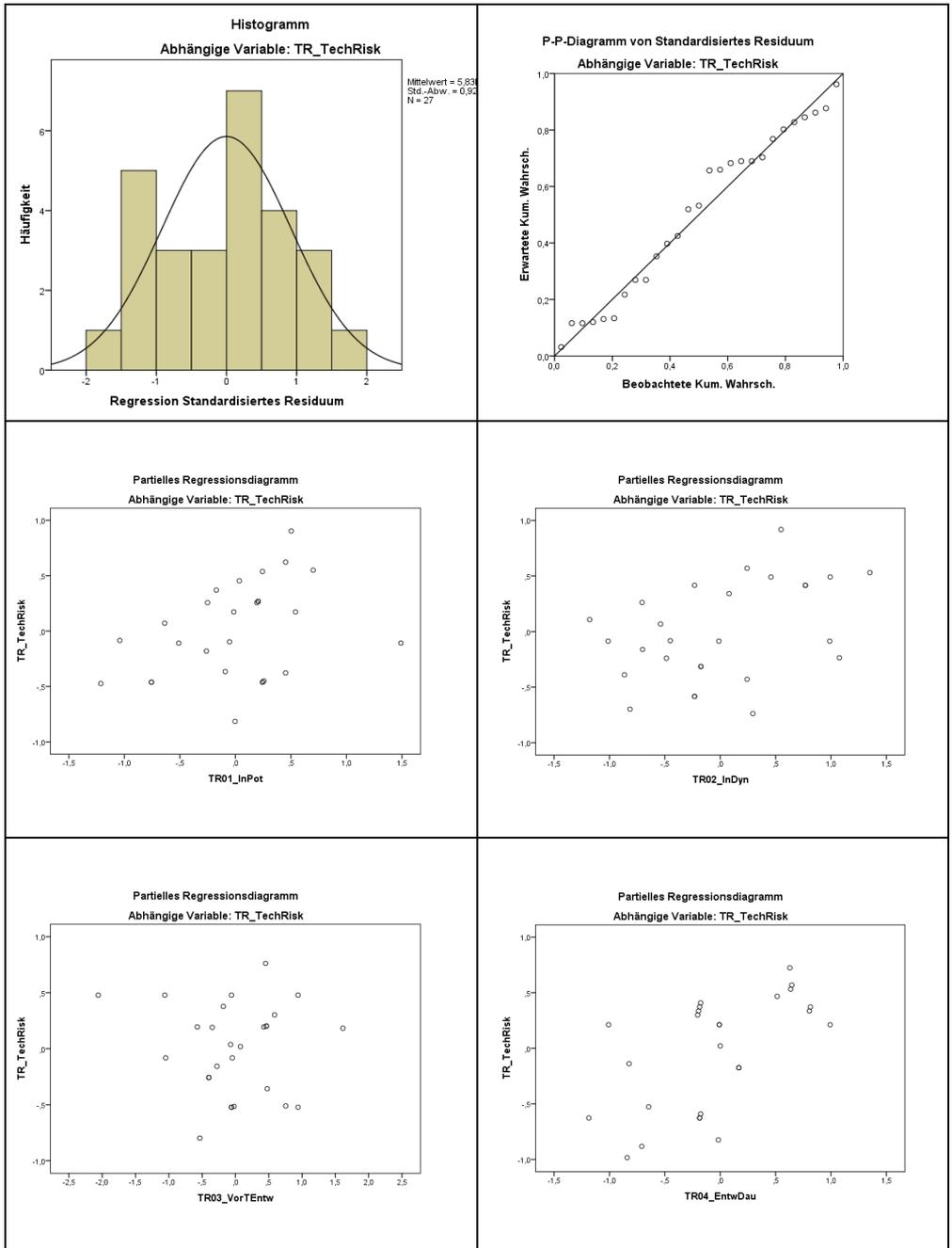


Abbildung 60: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Technologierisiko.

8.4 Statistische Auswertung: Regressionsanalyse – Marktrisiko

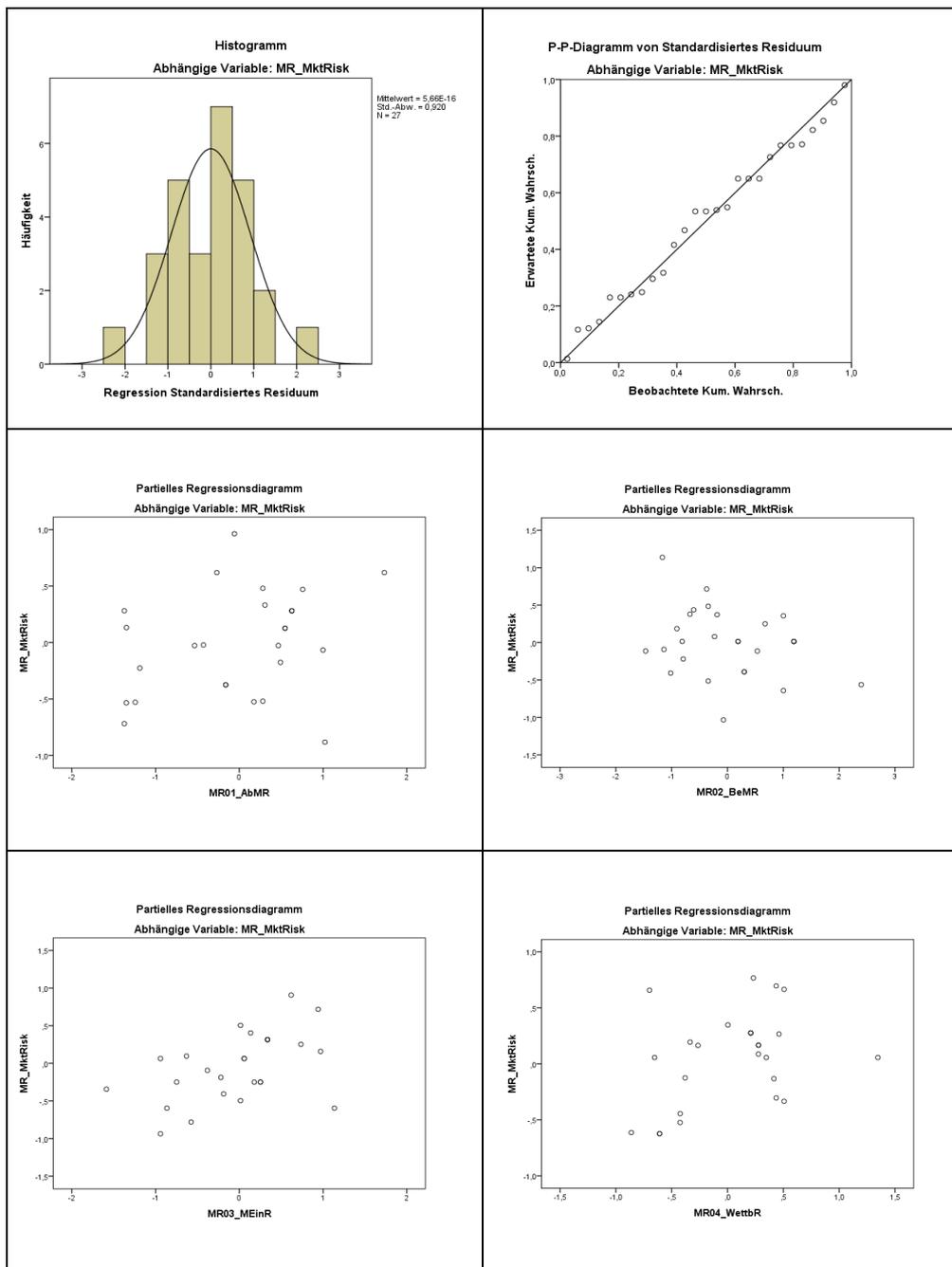


Abbildung 61: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Marktrisiko.

8.5 Statistische Auswertung: Regressionsanalyse – Regulatorisches Risiko

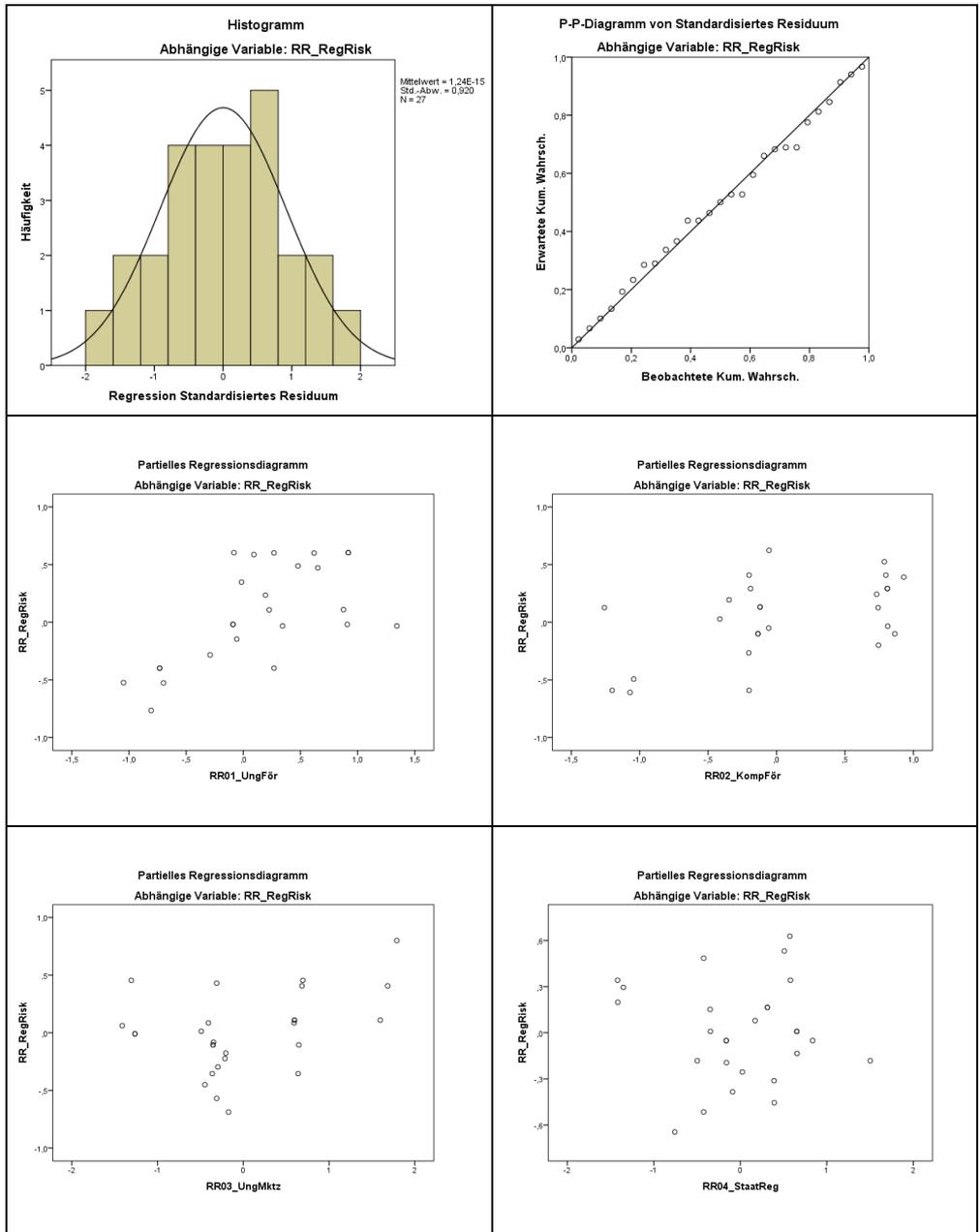


Abbildung 62: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Regulatorisches Risiko.

8.6 Angepasste Regressionsanalyse – Finanzielles Renditepotential

| Abhängige Variable: Finanzielles Renditepotential (FR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C _{FR} | 4,203 | 0,962 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Umfang finanzielle Förderung | FR01 | -0,211 | 0,142 | -0,225 | 0,150 | 1,022 | 0,049 | 0,096 | 45,0% |
| Entwicklungsdauer neuer Produkte | FR03 | -0,363 | 0,188 | -0,396 | 0,067 | 1,822 | 0,111 | 0,215 | 75,6% |
| Skalierbarkeit der Pro- duktion | FR04 | 0,349 | 0,114 | 0,489 | 0,006 | 1,138 | 0,210 | 0,407 | 94,2% |

Modell F = 7,245; Signifikanz p = 0,001
 Modell R² = 0,486; Modell R² adj. = 0,419
 Durbin-Watson = 1,842
 Effektgröße f² = 0,946 ; Implizite Teststärke (1-β) = 100,0% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 70: Zusammenfassung der Varianz- und Regressionsanalyse für das Konstrukt Finanzielles Renditepotential nach Eliminierung des Prädiktors FF02.

8.7 Statistische Auswertung: Finanzielles Renditepotential

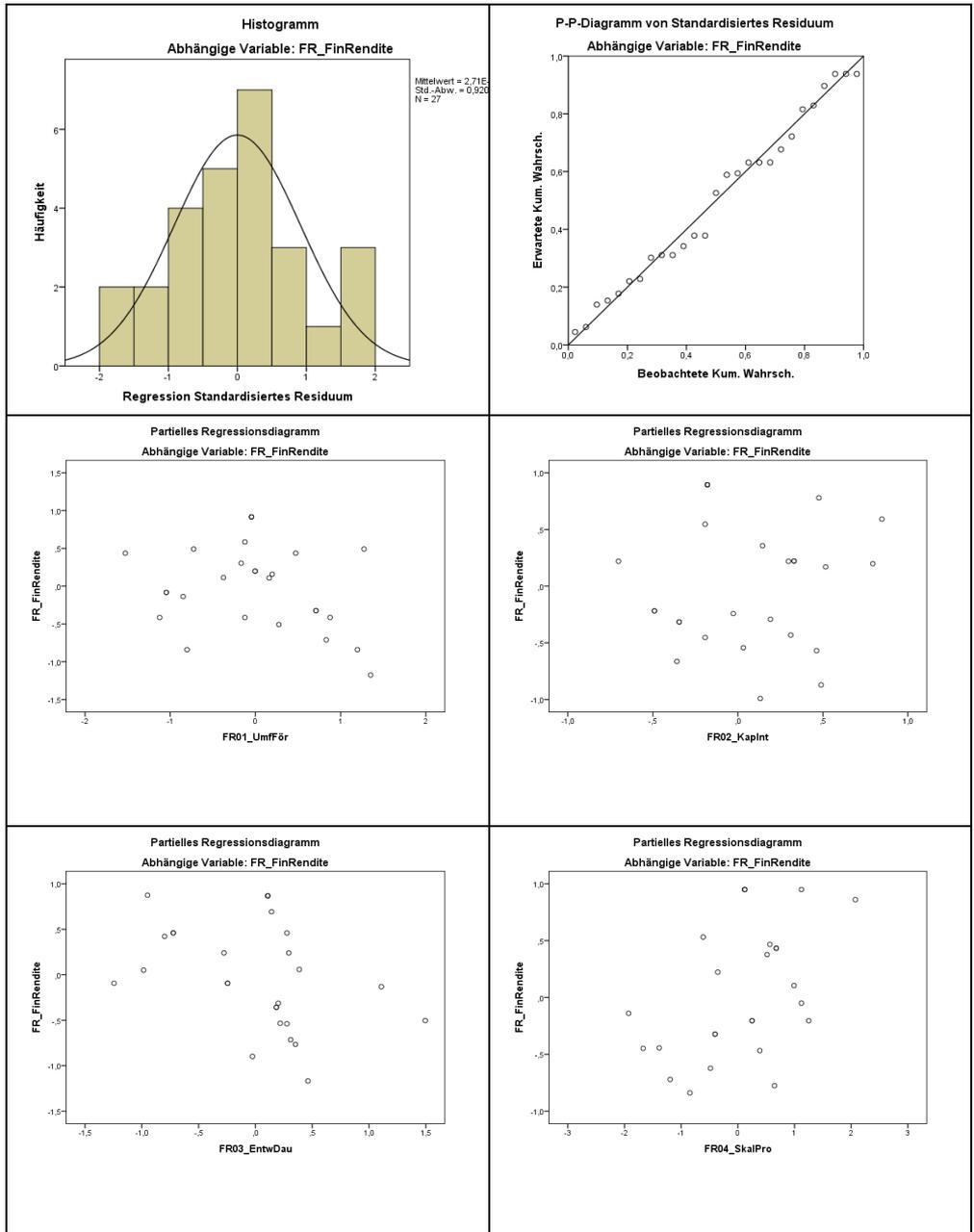


Abbildung 63: Histogramm und Residualanalyse des Regressionsmodells für das Konstrukt Finanzielles Renditepotential.

8.8 Ermittlung der Profitabilität der Technologiesegmente

| Technologiesegment | Unternehmen | Umsatz 2011 | EBITDA 2011 | EBITDA-Marge 2011 |
|---------------------------------|---------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Windkraftanlagen (groß) | Nordex (D) | 924,6 Mio. € | - 0,6 Mio. € | -0,1% |
| | Vestas | 5.836 Mio. € | 305,0 Mio. € | 5,2% |
| | Gamesa | 3.033 Mio. € | 230,0 Mio. € | 7,6% |
| | REPower (9M) | 1.062 Mio. € | 92,6 Mio. € | 8,7% |
| | Gewichteter Durchschnitt: | | | 5,8% |
| Windkraftanlagen (klein) | Finnwind Oy (FIN) | 0,16 Mio. € | - 0,05 Mio. € | -29,1% |
| | Endurance Wind Power (UK) | 0,06 Mio. € | - 0,17 Mio. € | -31,0% |
| | Gaia Wind Ltd. (UK) | 7,71 Mio. € | 0,11 Mio. € | 1,5% |
| | Gewichteter Durchschnitt: | | | 0,6% |
| PV-Kristallin | Aleo Solar | 461,8 Mio. € | - 23,1 Mio. € | - 5,0% |
| | Q-Cells | 1.023,1 Mio. € | - 221,6 Mio. € | -21,7% |
| | Solarfabrik | 176,9 Mio. € | 4,6 Mio. € | 2,6% |
| | Solarworld | 1.044,9 Mio. € | 208,7 Mio. € | 20,0% |
| | Solon (9M) | 358,2 Mio. € | - 86,8 Mio. € | -24,2% |
| | Sunways | 116,2 Mio. € | - 58,4 Mio. € | -50,3% |
| | Centrosolar | 234,7 Mio. € | - 10,4 Mio. € | -4,4% |
| | Conergy | 754,1 Mio. € | - 80,3 Mio. € | -10,7% |
| Phoenix Solar | 393,5 Mio. € | - 83,0 Mio. € | -21,1% | |
| | Gewichteter Durchschnitt | | | -7,7% |
| PV-Andere (Dünnschicht, etc.) | Powerfilm (UK) | 11,6 Mio. € | -0,45 Mio. € | - 3,9% |
| | First Solar (US) | 2.766,2 Mio. USD | 166,6 Mio. USD | 6,0% |
| | Ascent Solar Techn. (US) | 3,95 Mio. USD | -97,8 Mio. USD | n.s. |
| | XsunX (US) | 0,0 Mio. USD | -1,0 Mio. USD | n.s. |
| | Gewichteter Durchschnitt | | | 6,0% |
| Solarthermie (HT) | Flagsol | 51,3 Mio. € | - 6,1 Mio. € | -11,9% |
| Solarthermie (NT) | Solvis | 61,9 Mio. € | 2,4 Mio. € | 3,8% |
| | Ritter Solar | 83,4 Mio. € | 3,1 Mio. € | 3,8% |
| | Greenonetec Solarind. | 54,6 Mio. € | 7,4 Mio. € | 13,5% |
| | Gewichteter Durchschnitt | | | 6,5% |
| Wasserkraft (Lauf-/Speicher) | Andritz Hydro | 2.096,2 Mio. € | 174,3 Mio. € | 8,3% |
| | Voith Wasserkraft | 1.235,0 Mio. € | 108,3 Mio. € | 8,8% |
| | Wasserkraft Volk | 23,7 Mio. € | 2,8 Mio. € | 11,8% |
| | Gewichteter Durchschnitt | | | 8,51% |
| Wasserkraft (Gezeiten /Wellen.) | Ocean Power Technologies | 5,7 Mio. USD | -16,1 Mio. USD | - 280,9% |

| Technologie-segment | Unternehmen | Umsatz 2011 | EBITDA 2011 | EBITDA- Marge 2011 |
|-------------------------------------|---|----------------|-----------------|-----------------------|
| Geothermie (oben) | Waterfurnace (CAN) | 137,6 Mio. USD | 22,9 Mio. USD | 16,6% |
| | LSB Industries (US) | 281,6 Mio. USD | 36,6 Mio. USD | 13,0% |
| | Gewichteter Durchschnitt | | | 14,2% |
| Geothermie (tief) ⁸⁵⁹ | Ormat Technologies (US) | 314,1 Mio. € | 115,3 Mio. € | 36,7% |
| | Alterra Power (US) | 45,21 Mio. € | 7,01 Mio. € | 15,5% |
| | HS Orca (Island) | 46,1 Mio. € | 10,6 Mio. € | 22,9% |
| | RAM Power (US) | 3,2 Mio. € | - 6,8 Mio. € | - 212,1% |
| | Nevada Geot. Power (US) | 0,01 Mio. € | - 2,0 Mio. € | n.s. |
| | US Geothermal (US) | 4,2 Mio. € | - 1,1 Mio. € | -25,4% |
| | Anger & Söhne | 24,1 Mio. € | 2,0 Mio. € | 8,2% |
| | Daldrup & Söhne | 53,6 Mio. € | 5,8 Mio. € | 10,8% |
| | Gewichteter Durchschnitt | | | 26,7% |
| Biomasse (direkt) | KWB (A) | 47,1 Mio. € | 2,7 Mio. € | 5,7% |
| | ETA Heiztechnik (A) | 71,0 Mio. € | 23,1 Mio. € | 32,5% |
| | Fröling Heizkessel | 120,0 Mio. € | 24,7 Mio. € | 20,6% |
| | ÖkoFEN F&E Gesellschaft | 35,0 Mio. € | 1,1 Mio. € | 3,0% |
| | Gewichteter Durchschnitt | | | 18,9% |
| Biomasse (1. Generation) | <i>Biogas:</i> | | | |
| | MT Energie | 198,8 Mio. € | 19,4 Mio. € | 9,8% |
| | Envitec Biogas | 243,9 Mio. € | 20,2 Mio. € | 8,3% |
| | Biogas Nord | 79,0 Mio. € | 3,7 Mio. € | 4,6% |
| | Biogas Weser-Ems | 65,2 Mio. € | 1,7 Mio. € | 2,6% |
| | Gewichteter Durchschnitt Biogas: | | | 7,7% |
| | <i>Biodiesel/Bioethanol:</i> | | | |
| | Biopetrol Industries | 616,1 Mio. € | - 19,4 Mio. € | - 3,1% |
| | Verbio AG | 754,0 Mio. € | 33,4 Mio. € | 4,4% |
| | Cropenergie | 572,1 Mio. € | 83,3 Mio. € | 14,6% |
| Petrotec AG | 173,2 Mio. € | 7,5 Mio. € | 4,3% | |
| Neste Oil | 15,4 Mio. € | 0,6 Mio. € | 3,8% | |
| | Gewichteter Durchschnitt: Biodiesel/Bioethanol | | | 4,9% |
| | Nach Marktgröße Gew. Durchschnitt: Biomasse 1.Generation | | | 7,2% |
| | Nach Marktgröße Gew. Durchschnitt: Biomasse Direkt/1.Generation | | | 15,1% |
| Biomasse (2. Generation) | Oxford Catalysts (UK) ⁸⁶⁰ | 7,6 Mio. € | - 15,3 Mio. € | -201,5% |
| | Synthesis Energy Sys. (US) | 10,2 Mio. USD | - 13,1 Mio. USD | -129,1% |
| | Gewichteter Durchschnitt: | | | -160,0% |

Tabelle 71: Profitabilität der Technologiesegmente.

8.9 Historische Analyse: Finanzielle Förderung von Erneuerbarer-Energie-Technologien

| Technologiesegment | | Finanzielle Förderung | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|------------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|--|--|-------|--------------|----------|
| Kategorie | Segment | Anlagentyp | EEG 2004 | | | EEG 2009 | | | EEG 2012 | | | Veränderung der Förderhöhe 2004–12 (in%) | Anzahl Veränderungen 1.1.2004 bis 1.1.2012 | | | |
| | | | Dauer (Jahre) | Degression (p.a.) | Vergütung 2004 IST (ct/kWh) | Dauer (Jahre) | Degression (p.a.) | Vergütung 2009 IST (ct/kWh) | Dauer (Jahre) | Degression (p.a.) | Vergütung 2012 IST (ct/kWh) | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 2009e | 2012e | |
| Windkraft | groß | 2 MW onshore ⁸⁶¹ | 20 | 2,0% | 8,07 | 7,30 | 6,87 | 20 | 1,0% | 8,38 | 8,13 | 20 | 1,5% | 8,13 | 18,4% | 2 |
| | | 5 MW offshore ⁸⁶² | 20 | 2,0% | 8,53 | 8,19 | 5,60 | 20 | 5,0% | 10,40 | 10,40 | 20 | 7,0% | 10,40 | 85,7% | 2 |
| | | Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | | 52,0% | 2 |
| Wasserkraft | klein | 30 KW ⁸⁶³ | 20 | 2,0% | 8,70 | 7,87 | 7,41 | 20 | 1,0% | 9,20 | 8,93 | 20 | 1,0% | 8,93 | 20,5% | 2 |
| | | bis 500kW (neu) | 30 | 0,0% | 9,67 | 9,67 | 9,67 | 20 | 0,0% | 12,67 | 12,67 | 20 | 1,0% | 12,70 | 31,3% | 2 |
| | | bis 5 MW (neu) | 30 | 0,0% | 6,95 | 6,95 | 6,95 | 20 | 0,0% | 8,45 | 8,45 | 20 | 1,0% | 7,54 | 8,5% | 2 |
| | | 10 MW (upgrade) | 15 | 1,0% | 6,70 | 6,37 | 6,19 | 15 | 1,0% | 6,37 | 6,18 | 20 | 1,0% | 6,52 | 5,4% | 2 |
| | | Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | | 15,1% | 2 |
| Geothermie ⁸⁶⁴ | tiefe | 0,5 MW + Wärme | 20 | 1,0% | 15,00 | 15,00 | 14,55 | 20 | 1,0% | 23,00 | 22,31 | 20 | 5,0% | 25,00 | 71,8% | 2 |
| | | 2,5 MW + Wärme | 20 | 1,0% | 15,00 | 15,00 | 14,55 | 20 | 1,0% | 23,00 | 22,31 | 20 | 5,0% | 25,00 | 71,8% | 2 |
| | | 5,0 MW + Wärme | 20 | 1,0% | 15,00 | 15,00 | 14,55 | 20 | 1,0% | 23,00 | 22,31 | 20 | 5,0% | 25,00 | 71,8% | 2 |
| | | Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | | 71,8% | 2 |
| Geothermie | oberflächennah | vgl. MAP (s.u.) | | | | | | | | | | | | | | |

⁸⁶¹ Durchschnittliche Vergütung für eine Anlage mit 100 Prozent Ertrag der Referenzanlage.

⁸⁶² Durchschnittliche Vergütung für eine Anlage bis max 12 Seemeilen Entfernung und 20 Meter Wassertiefe, ohne erhöhte Anfangsvergütung.

⁸⁶³ Annahme für 2004: Kleinwindanlagen erzielen 60 Prozent des Ertrages der Referenzanlage.

⁸⁶⁴ Annahme: Die hier aufgeführten tiefen Geothermieanlagen erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme.

| Technologiesegment | | Finanzielle Förderung | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|----------------------------|----------|-------------|--|----------|-------------|-------------------------------|-------------|--------|----------------------|--|--|----------------------|--------|-------|
| Kategorie | Segment | Anlagentyp | EEG 2004 | | | EEG 2009 | | | EEG 2012 | | | Veränderung der Förderhöhe 2004–12 (in%) | Anzahl Veränderungen 1.1.2004 bis 1.1.2012 | | | |
| | | | Dauer | Degres-sion | Vergütung | Dauer | Degres-sion | Dauer | Degres-sion | Dauer | Degres-sion | | | | | |
| | | | (Jahre) | (p.a.) | 2004 IST 2009e 2012e (ct/kWh) | (Jahre) | (p.a.) | 2009 IST 2012e (ct/kWh) | (Jahre) | (p.a.) | 2012 IST (ct/kWh) | | | | | |
| Photovoltaik ⁸⁶⁵ | kristalin/ Dünns. | 30kW Dachanlage | 20 | 5,0% | 57,40 | 44,41 | 38,08 | 20 | 8%/9% | 43,01 | 32,77 | 20 | 9,0% | 24,43 | -35,8% | 3 |
| | | | 20 | 5,0% | 54,72 | 42,35 | 36,31 | 20 | 10%/9% | 40,56 | 30,57 | 20 | 9,0% | 22,79 | -37,2% | 3 |
| | | | 20 | 5,0% | 45,70 | 33,18 | 27,12 | 20 | 10%/9% | 31,94 | 23,81 | 20 | 9,0% | 17,94 | -33,8% | 3 |
| Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | | | -35,6% | 3 | |
| Real Decreto 436/2004 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solarthermie ⁸⁶⁶ | Hoch-temperatur | Solarthermische Kraftwerke | Dauer | Degres-sion | Vergütung | | Dauer | Degres-sion | Vergütung | | Dauer | Degres-sion | Vergütung | | | |
| | | | (Jahre) | (p.a.) | 2004 IST 2009e 2012e (ct/kWh) | (Jahre) | (p.a.) | 2009 IST 2012e (ct/kWh) | (Jahre) | (p.a.) | 2012 IST (ct/kWh) | (Jahre) | (p.a.) | 2012 IST (ct/kWh) | | |
| | | | n.a. | n.a. | 21,62 | 21,62 | 21,62 | n.a. | n.a. | 27,00 | 27,00 | 27,00 | n.a. | n.a. | 27,00 | 24,9% | 3 |
| Real Decreto 661/2007 und 6/2009 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abkürzungen: EEG = Erneuerbare Energien Gesetz; IST = Ist-Wert; e = erwartet; p.a. = per annum; kW = kilowatt; kWh = Kilowattstunde; MW = Megawatt; MAP = Marktanzreizprogramm; n.a. = nicht anwendbar | | | | | | | | | | | | | | | | |

⁸⁶⁵ Zusätzliche Änderung, die in der Tabelle nicht im Detail abgebildet wurde: EEG-Novelle August 2010 Artikel 1 §20. Die Auswirkungen der Photovoltaik-Novelle August 2012 Artikel 1 § 20a, §20b und §32 wurde nicht berücksichtigt da sie nach dem 1. Januar 2012 beschlossen wurde. Ab EEG 2009, keine zusätzliche Anpassung der jährlichen Degres-sion nach §20.(2),8(2a) bis zum Jahr 2012.

⁸⁶⁶ Darstellung zeigt die Anfangsvergütung der Einspeisevergütung in Spanien ohne Inflationsanpassung. Zusätzliche Änderungen der Förderung in: (1) Real decreto 1614/2010 (Begrenzung der Einspeisevergütung); (2) Law 15/2012 (vom 28. Dez 2012 – rückwirkende Besteuerung der Vergütung).

| Technologiesegment | | Finanzielle Förderung | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------|---|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|
| Kategorie | Segment | Anlagentyp | Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP) | | | | | | | | | | | | Veränderung der Förderhöhe 2004-12 (in%) | Anzahl Veränderungen 1.1.2004 bis 1.1.2012 |
| | | | 01. Jan 04 | 01. Jul 05 | 21. Mrz 06 | 21. Jun 06 | 12. Jan 07 | 01. Jan 08 | 01. Mrz 09 | 22. Feb 10 | 03. Mai 10 | 12. Jul 10 | 15. Mrz 11 | 01. Jan 12 | | |
| Solarthermie | Niedertemperatur | Erstinstallation Solar-kollektoren MFH WW+HZ 40m² KF ⁸⁶⁷ | Investitionszuschuss Euro/m² Kollektorfläche/Wohnfläche | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 110,00 | 135,00 | 108,00 | 70,20 | 70,00 | 105,00 | 105,00 | 105,00 | 0,00 | 90,00 | 120,00 | 90,00 | -18,2% | 9 |
| Geothermie | Oberflächen-nah | Wärmepumpe 10 kW, 1 WE a 120m ² ⁸⁶⁹ | Investitionszuschuss Euro/m² beheizte Wohnfläche | | | | | | | | | | | | | |
| | | | k.F. | k.F. | k.F. | k.F. | k.F. | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 0,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 0,0% | 2 |
| | | | k.F. | k.F. | k.F. | k.F. | k.F. | 20,00 | 20,00 | 15,00 | 0,00 | 15,00 | 12,00 | 12,00 | -40,0% | 4 |
| | | | k.F. | k.F. | k.F. | k.F. | k.F. | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 0,00 | 10,0 | 7,5 | 7,5 | -25,0% | 3 |
| | | | Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | -21,7% | 4 |
| Biomasse | Direkt-nutzung | Autom. Pelletkessel MFH Wärme 25kW | Investitionszuschuss Euro/kW installierte Nennwärmeleistung | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 68,00 | 68,00 | 60,00 | 43,52 | 40,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 0,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 17,6% | 6 |
| | | | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 31,20 | 30,00 | 45,00 | 45,00 | 45,00 | 0,00 | 0,00 | 40,00 | 40,00 | -33,3% | 5 |
| | | | Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | -7,8% | 6 |

⁸⁶⁷ Konfiguration: Bestandsgebäude (kein Neubau) Mehrfamilienhaus mit 40m² Kollektorfläche für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung.

⁸⁶⁸ Die Anzahl der Veränderungen der Förderhöhe unterschätzt die tatsächliche Anzahl der Änderungen, da im Vergleich zur Förderhöhe die technischen Anforderungen an die Anlagen deutlich häufiger angepasst wurden. Die Anzahl der Veränderungen der Förderhöhe wurde für die weitere statistische Datenauswertung mit zwei multipliziert, da im Zeitraum 2004–2009 keine Förderung bestand und die Angaben, die sich nur auf den Zeitraum 2009–2012 beziehen, ansonsten nicht mit den Angaben der anderen Technologien vergleichbar wären.

⁸⁶⁹ Konfiguration: Bestandsgebäude (kein Neubau) 1 Wohneinheit mit 120m² Wohnfläche, Anlage mit 10kW Leistung.

⁸⁷⁰ Konfiguration: Bestandsgebäude (kein Neubau) Mehrfamilienhaus mit 4 Wohneinheiten mit je 80m² (insgesamt 400m²) Wohnfläche, Anlage mit 30 kW Leistung.

⁸⁷¹ Konfiguration: Bestandsgebäude (kein Neubau) 1 Wohneinheit mit 120m² Wohnfläche, Anlage mit 10kW Leistung.

| Technologiesegment | | Finanzielle Förderung | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|--------|--------------|--------|-----------|----------|---------|--------|------------------------------------|--------|-------------|----------|--|-------|
| | | EEG 2004 | | | EEG 2009 | | | EEG 2012 | | | Veränderung der Förderhöhe 2004-12 | | | | | |
| Kategorie | Segment | Anlagentyp | Dauer | | Degres- sion | | Vergütung | | Dauer | | Degres- sion | | Vergü- tung | | Anzahl Verän- derungen 1.1.2004 bis 1.1.2012 | |
| | | | (Jahre) | (p.a.) | (p.a.) | (p.a.) | (ct/kWh) | (ct/kWh) | (Jahre) | (p.a.) | (p.a.) | (p.a.) | (ct/kWh) | (ct/kWh) | | (in%) |
| Biomasse Iste Genera- tion | Biogas ⁸⁷² | (inkl. NawaRo) | 20 | 1,50% | 17,50 | 16,67 | 16,19 | 20 | 1,00% | 18,67 | 18,11 | 20 | 2,0% | 20,30 | 25,4% | 2 |
| | | | 20 | 1,50% | 14,64 | 13,94 | 13,54 | 20 | 1,00% | 14,59 | 14,15 | 20 | 2,0% | 17,20 | 27,0% | 2 |
| Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | | | 26,2% | 2 | |

Abkürzungen: MAP = Marktanzreizprogramm; EEG = Erneuerbare Energien Gesetz; IST = Ist-Wert; e = erwartet; p.a. = per annum; kW = Kilowatt; kWh = Kilowattstunde; MW = Megawatt; k.F. = keine Förderung; WE = Wohneinheit; MFH = Mehrfamilienhaus; WW = Warmwasser; HZ = Heizung; KF = Kollektorfläche; NawaRo = Bonus für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen

⁸⁷² Berechnung der Fördersatz basiert auf der Annahme, dass Strom aus Biogas auf Basis nachwachsender Rohstoffe erzeugt wird.

| Technologiesegment | | Finanzielle Förderung | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|----------------------------|--------|------------------|----------------|-----------------|-------|-------------------------|--------|-----------------|-------|------------------|--------|-------------|---|-------------|
| Kategorie | Segment | Anlagentyp | Mineralölsteuergesetz 2004 | | | | | | BioKraftÄndG/WaBeG 2009 | | | | | | Veränderung | | |
| | | | Dauer | | Steuerentlastung | | Degres- sion | Dauer | Steuerentlastung | | Degres- sion | Dauer | Steuerentlastung | | Förderhöhe | Anzahl Veränder- ungen 1.1.2004 bis 1.1.2012 | |
| | | | (Jahre) | (p.a.) | 2004 IST | 2009e 2012e | | | (ct/Liter) | (p.a.) | | | (Jahre) | (p.a.) | | | 2009 IST | 2012e 2012 IST | (ct/Liter) | (in%) |
| Biomasse 1ste Generation (Fortsetzung) | Biokraftstoffe | Biodiesel (B100) Biodiesel als Beimischung Bioethanol (E85) Bioethanol als Beimischung | n.a. | n.a. | 47,04 | 47,04 | k.A. | n.a. | n.a. | 28,75 | 2,01 | n.a. | n.a. | n.a. | 2,01 | -95,7% | 4 |
| | | | n.a. | n.a. | 47,04 | 47,04 | k.A. | n.a. | n.a. | 0,00 | 0,00 | n.a. | n.a. | n.a. | 0,00 | -100,0% | 4 |
| | | | n.a. | n.a. | 65,45 | 65,45 | k.A. | n.a. | n.a. | 65,45 | 65,45 | n.a. | n.a. | n.a. | 65,45 | 0,0% | 4 |
| | | | n.a. | n.a. | 65,45 | 65,45 | k.A. | n.a. | n.a. | 0,00 | 0,00 | n.a. | n.a. | n.a. | 0,00 | -100,0% | 4 |
| Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | | | | -73,9% | 4 | |
| Durchschnitt Biomasse 1ste Generation: | | | | | | | | | | | | | | | -23,9% | 4 | |
| Durchschnitt Biomasse direkt/1ste Generation: | | | | | | | | | | | | | | | -15,9% | 5 | |
| Biomasse 2te Generation | Biokraftstoffe | Synthetisches Bioethanol Synthetischer Biodiesel | n.a. | n.a. | 65,45 | 65,45 | k.A. | n.a. | n.a. | 65,45 | 65,45 | n.a. | n.a. | n.a. | 65,45 | 0,0% | 0 |
| | | | n.a. | n.a. | 47,04 | 47,04 | k.A. | n.a. | n.a. | 47,04 | 47,04 | n.a. | n.a. | n.a. | 47,04 | 0,0% | 0 |
| | | | Durchschnitt: | | | | | | | | | | | | | | 0,0% |

Abkürzungen: BioKraftÄndG = Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen; WaBeG = Wachstumsbeschleunigungsgesetz; IST = Ist-Wert; e = erwartet; p.a. = per annum; n.a. = nicht anwendbar;

k.A. = keine Angaben

Tabelle 72: Historische Analyse: Finanzielle Förderung von Erneuerbarer-Energie-Technologien.

8.10 Angepasste Regressionsanalyse – Regulatorisches Risiko

| Abhängige Variable: Regulatorisches Risiko (RR) | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CR _R | 3,593 | 0,231 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| SQRT Anzahl Änderungen | AAE | 0,352 | 0,269 | 1,027 | 0,227 | 8,731 | 0,120 | 0,214 | 59,4% |
| Anzahl Änderungen zum Quadrat | AAE SQR | -0,163 | 0,082 | -1,633 | 0,082 | 9,544 | 0,279 | 0,497 | 84,8% |
| Unerwartete Veränderung | UVAE | -0,275 | 0,239 | -0,351 | 0,283 | 1,322 | 0,093 | 0,166 | 52,1% |

Modell F = 2,063 ; Signifikanz p = 0,184
 Modell R² = 0,436; Modell R² adj. = 0,225
 Durbin-Watson = 2,558
 Effektgröße f² = 0,773; Implizite Teststärke (1-β) = 66,4% (n = 12; α = 0,1; n REG = 3)

Tabelle 73: Regressionsanalyse einschließlich des Wachstumsterms.

8.11 Angepasste Regressionsanalyse – Regulatorisches Risiko

| Abhängige Variable: Regulatorisches Risiko (RR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|--------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CR _R | 3,596 | 0,197 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| SQRT Anzahl Änderungen | AAE | -0,051 | 0,153 | -0,150 | 0,751 | 4,331 | 0,005 | 0,023 | 21,1% |
| Anzahl Änderungen wenn negativ (Interaktion) | AAE Neg | 4,318 | 3,281 | 20,245 | 0,245 | 5161,0 | 0,080 | 0,346 | 71,9% |
| Dummy MAP_Endkunde | DMAP | -3,867 | 2,554 | -5,689 | 0,190 | 308,0 | 0,105 | 0,459 | 80,5% |
| Unerwartete Veränderung | UVer | 0,306 | 0,350 | 0,390 | 0,422 | 4,3 | 0,035 | 0,153 | 48,3% |
| Unerwartete Veränderung wenn negativ (Interaktion) | UVer Neg | -12,364 | 8,649 | -6,677 | 0,212 | 475,7 | 0,094 | 0,409 | 77,1% |
| Dummy Richtungsänderung (Moderator) | DRi | -11,344 | 8,724 | -22,079 | 0,250 | 6286,1 | 0,077 | 0,339 | 71,2% |
| Modell F = 2,800 ; Signifikanz p = 0,139 | | | | | | | | | |
| Modell R ² = 0,771; Modell R ² adj. = 0,495 | | | | | | | | | |
| Durbin-Watson = 2,511 | | | | | | | | | |
| Effektgröße f ² = 3,367; Implizite Teststärke (1-β) = 92,0% (n = 12; α = 0,1; nREG = 6) | | | | | | | | | |

Tabelle 74: Regressionsanalyse Regulatorisches Risiko – Moderatoreffekt: Richtung der Änderung (vor Eliminierung nicht signifikanter Prädiktoren).

8.12 Angepasste Regressionsanalyse – Finanzielles Renditepotential

| Abhängige Variable: Finanzielles Renditepotential (FR) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|--------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Signif. (p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | CF _R | 2,612 | 0,239 | -- | 0,000 | -- | -- | -- | -- |
| Profitabilität | Pro | 1,524 | 1,014 | 0,489 | 0,193 | 1,586 | 0,151 | 0,452 | 71,3% |
| Ln(Marktgröße) | MktG | 0,265 | 0,247 | 0,969 | 0,332 | 12,169 | 0,077 | 0,231 | 51,5% |
| Ln(Marktgröße) ² | MktGQ | -0,085 | 0,064 | -1,258 | 0,245 | 13,664 | 0,116 | 0,131 | 38,7% |

Modell F = 3,317 ; Signifikanz p = 0,115
 Modell R² = 0,666; Modell R²adj. = 0,465
 Durbin-Watson = 2,345
 Effektgröße f² = 1,994; Implizite Teststärke (1-β) = 83,0 % (n = 9, α = 0,1)

Tabelle 75: Regressionsanalyse: Finanzielles Renditepotential mit drei sektorspezifischen Merkmalen als unabhängige Variablen.

8.13 Regressionsanalyse – Auswirkung von Investmenterfahrung auf die vier sektorspezifischen Einflussfaktoren

| Abhängige Variable: Technologierisiko | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C | 3,228 | 0,208 | -- | 0,000 | | -- | -- | -- |
| LOG(Investment- erfahrung) | IE | 0,214 | 0,112 | 0,357 | 0,068 | 1,000 | 0,127 | 0,146 | 74,9% |

Modell F = 3,642 ; Signifikanz p = 0,068
 Modell R² = 0,127; Modell R² adj. = 0,092
 Durbin-Watson = 1,678
 Effektgröße f² = 0,145; Implizite Teststärke (1-β) = 61,2% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 76: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des Technologierisikos.

| Abhängige Variable: Marktrisiko | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C | 3,688 | 0,232 | -- | 0,000 | | -- | -- | -- |
| LOG(Investment- erfahrung) | IE | 0,010 | 0,125 | 0,017 | 0,934 | 1,000 | 0,000 | 0,000 | 11,6% |

Modell F = 0,007; Signifikanz p = 0,934
 Modell R² = 0,000; Modell R² adj. = -0,040
 Durbin-Watson = 1,706
 Effektgröße f² = 0,000; Implizite Teststärke (1-β) = 10,0% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 77: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des Marktrisikos.

| Abhängige Variable: Regulatorische Risiko | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C | 3,388 | 0,196 | -- | 0,000 | | -- | -- | -- |
| LOG(Investment- erfahrung) | IE | 0,110 | 0,106 | 0,203 | 0,310 | 1,000 | 0,041 | 0,043 | 41,2% |

Modell F = 1,074; Signifikanz p = 0,310
 Modell R² = 0,041; Modell R² adj. = 0,003
 Durbin-Watson = 0,763
 Effektgröße f² = 0,043; Implizite Teststärke (1-β) = 27,8% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 78: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des regulatorischen Risikos.

Abhängige Variable: Finanzielles Renditepotential

| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
|-------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Konstante | C | 2,583 | 0,239 | -- | 0,000 | | -- | -- | -- |
| LOG(Investment- erfahrung) | IE | 0,297 | 0,129 | 0,418 | 0,030 | 1,000 | 0,175 | 0,212 | 85,8% |

Modell F = 5,289 ; Signifikanz p = 0,030

Modell R² = 0,175; Modell R² adj. = 0,142

Durbin-Watson = 1,832

Effektgröße f² = 0,212; Implizite Teststärke (1- β) = 75,2% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 79: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des finanziellen Renditepotentials.

8.14 Angepasste Regressionsanalyse – Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Verfügbarkeit von Kapital

| Abhängige Variable: Verfügbarkeit Kapital (KAP) | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Variable | Kürzel | Reg.- koeff. | Std.- fehler | St.Reg. Koeff. | Sig- nif.(p) | VIF | ΔR^2 (sr ²) | Effektg. (f ²) | Test- stärke |
| Konstante | C | 2,063 | 0,307 | -- | 0,000 | | -- | -- | -- |
| Dummy für Unabhängige VCGs | D_UVC | 1,483 | 0,481 | 0,525 | 0,005 | 1,000 | 0,276 | 0,381 | 96,9% |

Modell F = 9,515 ; Signifikanz p = 0,005
 Modell R² = 0,276; Modell R² adj. = 0,247
 Durbin-Watson = 2,645
 Effektgröße f² = 0,381; Implizite Teststärke (1-β) = 93,0% (n = 27, α = 0,1)

Tabelle 80: Regressionsanalyse: Auswirkung von Investmenterfahrung auf die Wahrnehmung des finanziellen Renditepotentials ohne Interaktionsterm.

Literaturverzeichnis

- Achleitner, Ann-Kristin; Nathusius, Eva (2003/07/15/): Bewertung von Unternehmen bei Venture-Capital-Finanzierungen. (EF Working Paper Series).
- Ackermann, Rolf (1999): Pfadabhängigkeit, Institutionen und Regelreform. Dissertation. Freiburg im Breisgau. Albert-Ludwigs-Universität.
- Ackermann, Rolf (2003): Die Pfadabhängigkeitstheorie als Erklärungsansatz unternehmerischer Entwicklungsprozesse. In: *Managementforschung*, Jg. 13, S. 225–255.
- Aiken, Leona S.; West, Stephen G. (1991): *Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions*. 1. Aufl. Newbury Park, London, New Delhi: Sage Publications.
- Antics, M.; Bertani, R.; Sanner, B. (2013): Summary of EGC 2013 country update reports on geothermal energy in Europe. In: *Proceedings of the EGC2013*, S. 3–6.
- Antonelli, Cristiano (1997): The economics of path-dependence in industrial organization. In: *International Journal of Industrial Organization*, Jg. 15, H. 6, S. 643–675.
- Argote, Linda (1999): *Organizational Learning. Creating, Retaining and Transferring Knowledge*. Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers.
- Armenakis, Achilles A.; Bedeian, Arthur G. (1999): Organizational change: A review of theory and research in the 1990s. In: *Journal of management*, Jg. 25, H. 3, S. 293–315.
- Arne Gröngröft (30.9.2010): Innovative Verarbeitungsmethoden landwirtschaftlicher Produkte zur Herstellung von Biotreibstoff. Veranstaltung vom 30.9.2010. Sevastopol.
- Arnold, Karin; Geibler, Justus von; Bienge, Katrin; Stachura, Caroline; Borbonus, Sylvia; Kristof, Kora (2009): Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen: Ein Konzept zur Verbesserung der Rohstoffeffizienz und Optimierung der Landnutzung. In: *Wuppertal Papers*, Jg. 180.
- Arnswald, Torsten (March 2001): Investment behaviour of German equity fund managers. An exploratory analysis of survey data. Deutsche Bundesbank. Frankfurt am Main. (Discussion Paper, 08/01).
- Arrow, Kenneth J.; Debreu, Gerard (1954): Existence of an equilibrium for a competitive economy. In: *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, S. 265–290.
- Arrow, Kenneth Joseph (1965): *Aspects of the theory of risk-bearing*. Helsinki: Yrjö Jahnssonin Säätiö.
- Arthur, Brian (1983): On Competing Technologies and Historically Small Events: The Dynamics of Choice Under Increasing Returns. In: *International Institute for Applied Systems Analysis Paper WP*.
- Arthur, W. Brian (1989): Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events. In: *The Economic Journal*, Jg. 99, H. 394, S. p 116–131.
- Arthur, W. Brian (1994): *Increasing returns and path dependence in the economy*: University of Michigan Press.
- Arthur, W. Brian; Ermoliev, Yu. M.; Kaniovski, Yu. M. (1987): Path-dependent processes and the emergence of macro-structure. In: *European journal of operational research*, Jg. 30, H. 3, S. 294–303.

- Arthur, W. Brian; Lane, David A. (1993): Information contagion. In: *Structural Change and Economic Dynamics*, Jg. 4, H. 1, S. 81–104.
- Arthur D. Little International (Hg.) (1986): *Management im Zeitalter der Strategischen Führung*. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Atteslander, Peter (2008): *Methoden der empirischen Sozialforschung*. 12. Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Atwater, Joel (March 2008): *Limitations on Tidal-in-Stream Power Generation in a Strait*. Vancouver. The University of British Columbia.
- Atwater, Joel F.; Lawrence, Gregory A. (2011): Regulatory, design and methodological impacts in determining tidal-in-stream power resource potential. In: *Energy Policy*, Jg. 39, H. 3, S. 1694–1698. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511000061>.
- Auer, Benjamin; Rottmann, Horst (2010): *Statistik und Ökonometrie für Wirtschaftswissenschaftler*. In: *Eine anwendungsorientierte Einführung*, Wiesbaden.
- Baaken, Thomas (zgl. Dissertation, Freie Universität Berlin, 1986): *Bewertung technologieorientierter Unternehmensgründungen. Kriterien und Methoden zur Bewertung von Gründerpersönlichkeit, Technologie und Markt für Banken und Venture-Capital-Gesellschaften sowie für die staatliche Wirtschafts- und Technologieförderung*. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1989 (technological economics, 28).
- Babson College Center (Hg.) (2003): *Frontiers of Entrepreneurship Research 2003. proceedings of the twenty-third annual Entrepreneurship Research Conference*. Unter Mitarbeit von William D. Bygrave. Babson Park, Mass.: Arthur M. Blank Center for Entrepreneurship.
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2011): *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Berlin: Springer-Verlag (13).
- Bacovsky, Dina; Ludwiczek, Nikolaus; Ognissanto, Monica; Wörgetter, Manfred (2013): *Status of Advanced Biofuels Demonstration Facilities in 2012. A REPORT TO IEA BIOENERGY TASK 39. (T39-P1b)*.
- Bamberg, Günter; Coenenberg, Adolf G.; Krapp, Michael (2008): *Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre*. 14. Aufl. München: Franz Vahlen.
- Bank Sarasin & Cie AG (BSC) (November 2010): *Solarwirtschaft – unterwegs in neue Dimensionen. Technologien, Märkte und Industrien im Vergleich*. Bank Sarasin & Cie AG (BSC). Basel.
- Barnes, Simon; Menzies, Vanessa (2005): Investment into venture capital funds in Europe: An exploratory study. In: *Venture Capital*, Jg. 7, H. 3, S. 209–226.
- Baruch, Yehuda; Holtom, Brooks C. (2008): Survey response rate levels and trends in organizational research. In: *Human Relations*, Jg. 61, H. 8, S. 1139–1160.
- Bayón, Tomás; Herrmann, Andreas; Huber, Frank (Hg.) (2007): *Vielfalt und Einheit in der Marketingwissenschaft. Ein Spannungsverhältnis*. Wiesbaden: Gabler.
- Becker-Beck, P. UlrikeD; Wend, Daniel (2008): Eskalierendes Commitment bei Gruppenentscheidungen: Begünstigende Faktoren und Maßnahmen zur Reduktion. In: *Gruppendynamik und Organisationsberatung*, Jg. 39, H. 2, S. 238–256.
- Beeching, Wilfred A. (1974): *Century of the Typewriter*: Heinemann London.

- Beise, Marian; Stahl, Harald (1999): Public research and industrial innovations in Germany. In: *Research Policy*, Jg. 28, H. 4, S. 397–422.
- Bengtsson, Ola; Sensoy, Berk A. (2011): Investor abilities and financial contracting: Evidence from venture capital. In: *Journal of Financial Intermediation*, Jg. 20, H. 4, S. 477–502.
- Bergkvist, Lars; Rossiter, John R. (2007): The predictive validity of multiple-item versus single-item measures of the same constructs. In: *Journal of Marketing Research*, S. 175–184.
- Bernoulli, Daniel (1954): Exposition of a new theory on the measurement of risk. In: *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, S. 23–36.
- Bertani, Ruggero (2012): Geothermal power generation in the world 2005-2010 update report. In: *Geothermics*, Jg. 41, S. 1–29.
- Bertoni, Fabio; Colombo, Massimo G.; Grilli, Luca (2005): Venture Capital Financing and the Growth of New Technology-based Firms: A Longitudinal Analysis. (Working Paper). Online verfügbar unter <http://www.eea-esem.com/files/papers/EEA-ESEM/2006/2600/Bertoni%20Colombo%20Grilli%20.pdf>.
- Bertoni, Fabio; Colombo, Massimo G.; Grilli, Luca (2011): Venture capital financing and the growth of high-tech start-ups: Disentangling treatment from selection effects. In: *Research Policy*, Jg. 40, H. 7, S. 1028–1043.
- Bertoni, Fabio; Colombo, Massimo G.; Grilli, Luca (2011): Venture capital financing and the growth of high-tech start-ups: Disentangling treatment from selection effects. In: *Research Policy*, Jg. 40, H. 7, S. 1028–1043.
- Bertoni, Fabio; Colombo, Massimo G.; Grilli, Luca (2013): Venture capital investor type and the growth mode of new technology-based firms. In: *Small Business Economics*, Jg. 40, H. 3, S. 527–552.
- Biofuels Digest (Hg.) (2011): Advanced Biofuels & Chemicals Project Database 2.0. Online verfügbar unter <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2011/11/16/free-data-base-download-207-advanced-biofuels-chems-projects/>.
- Black, Bernard S.; Gilson, Ronald J. (1998): Venture capital and the structure of capital markets: banks versus stock markets. In: *Journal of Financial Economics*, Jg. 47, H. 3, S. 243–277.
- Bloom, Nicholas; Schankerman, Mark; van Reenen, John (2013): Identifying technology spillovers and product market rivalry. In: *Econometrica*, Jg. 81, H. 4, S. 1347–1393.
- Blunden, L.; Bahaj, A. (2007): Tidal energy resource assessment for tidal stream generators. In: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, Jg. 221, H. 2, S. 137–146. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1243/09576509JPE332>.
- Boeker, Warren (1989): Strategic change: The effects of founding and history. In: *Academy of Management Journal*, S. 489–515.
- Boer, A. G. E. M. de; van Lanschot, J. J. B.; Stalmeier, P. F. M.; van Sandick, J. W.; Hulscher, J. B.F.; Haes, J. C. J. M. de; Sprangers, M. A.G. (2004): Is a single-item visual analogue scale as valid, reliable and responsive as multi-item scales in measuring quality of life? In: *Quality of Life Research*, Jg. 13, H. 2, S. 311–320.

- Bollen, Kenneth; Lennox, Richard (1991): Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. In: *Psychological bulletin*, Jg. 110, H. 2, S. 305–314.
- Boocock, Grahame; Woods, Margaret (1997): The Evaluation Criteria used by Venture Capitalists: Evidence from a UK Venture Fund. In: *International Small Business Journal*, Jg. 16, H. 1, S. 36–57. Online verfügbar unter [10.1177/0266242697161003/http://isb.sagepub.com/content/16/1/36.abstract](http://isb.sagepub.com/content/16/1/36.abstract).
- Bormann, Inka; Haan, Gerhard de (Hg.) (2008): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bortz, Jürgen (2005): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. 6. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bortz, Jürgen; Döring, Nicola (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation. für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bortz, Jürgen; Schuster, Christof (2010): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. 7. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bottazzi, Laura; Da Rin, Marco; Hellmann, Thomas (2008): Who are the active investors?: Evidence from venture capital. In: *Journal of Financial Economics*, Jg. 89, H. 3, S. 488–512.
- Bowman, Robert G.; Bush, Susan R. (2006): Using comparable companies to estimate the betas of private companies. In: *Journal of Applied Finance*, Jg. 16, H. 2, S. 71–81.
- Bräuninger, Michael; Leschus, Leon; Vöpel, Henning (2008): Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen: Ziele, Probleme und Instrumente. In: *Wirtschaftsdienst*, Jg. 88, H. 1, S. 54–61. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/s10273-008-0752-3>.
- Brealey, Richard A.; Myers, Stewart C. (1991): *Principles of Corporate Finance*. New York: McGraw-Hill (International Edition).
- Buchner, Axel; Erdfelder, Edgar; Faul, Franz (1996): Teststärkeanalysen. In: *Handbuch quantitative Methoden*, S. 123–136.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2011a): *Evaluierung des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien: Ergebnisse der Förderung für das Jahr 2010*. Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2012a): *Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011. Evaluierung des Förderjahres 2011*. Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2007): *Tiefe Geothermie in Deutschland*. Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2008): *Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale internationale Entwicklung*. Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2009): *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland. Leitszenario 2009*. Berlin. (Umweltpolitik).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2010): *Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie. Schlussbericht*.

Online verfügbar unter <http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/wasserkraft/kurzinfo/>, zuletzt aktualisiert am 2010.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2011): Erneuerbare Energien 2010. Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (2011): Kurzinfo Wasserkraft. Online verfügbar unter <http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/wasserkraft/kurzinfo/>, zuletzt aktualisiert am 2011.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (März 2011): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland/>.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (20. Juli 2012): Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hg.) (Februar 2013): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland/>.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (Hg.) (Juli 2012): Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand - Impulse für Innovationen. Berlin.

Bundesverband der Deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. (BDBE) (Hg.) (2012): Bioethanol – mehr als ein Biokraftstoff. Berlin.

Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP): Wärmepumpen-Absatzzahlen für 2010: Der Markt konsolidiert sich. Pressemitteilung vom 27. Januar 2011. Berlin.

Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP): Wärmepumpen-Absatz steigt 2011 um 11,8 % gegenüber Vorjahr. Pressemitteilung vom 26. Januar 2012. Berlin.

Bundesverband WindEnergie e.V. (Hg.) (Dezember 2010): Wirtschaftlichkeit und Vergütung von Kleinwindenergieanlagen. Berlin.

Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) (Hg.) (2012): Kleinwindanlagen. Handbuch der Technik, Genehmigung und Wirtschaftlichkeit kleiner Windräder. Berlin. (BWE-Marktübersicht spezial).

Bürer, Mary J. (2008): Public Policy and Clean Energy Private Equity Investment. Dissertation. St. Gallen. Universität St. Gallen.

BVK – Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (Hg.) (April 2009): BVK Statistik. Teilstatistik – Early Stage-Venture Capital 2008. Detaillierte Untersuchung der Investitionen und Exits der im Rahmen der BVK-Gesamtstatistik 2008 erfassten Early Stage-Venture Capital-Transaktionen. Berlin.

BVK – Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (Hg.) (August 2011): BVK Statistik. Teilstatistik – Early Stage-Venture Capital 2010. Detaillierte Untersuchung der Investitionen und Exits der im Rahmen der BVK-Gesamtstatistik 2010 erfassten Early Stage-Venture Capital-Transaktionen. Berlin.

BVK – Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (Hg.) (Dezember 2004): Private Equity von A bis Z. Unter Mitarbeit von Holger Frommann. Berlin.

Online verfügbar unter http://www.bvkap.de/privateequity.php/cat/154/aid/163/title/Private_Equity_von_A_bis_Z.

BVK – Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (Hg.) (Februar 2010): BVK Statistik. Teilstatistik – Early Stage-Venture Capital 2009. Detaillierte Untersuchung der Investitionen und Exits der im Rahmen der BVK-Gesamtstatistik 2009 erfassten Early Stage-Venture Capital-Transaktionen. Berlin.

BVK – Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (Hg.) (Juli 2012): BVK Statistik. Teilstatistik – Early Stage-Venture Capital 2011. Detaillierte Untersuchung der Investitionen und Exits der im Rahmen der BVK-Gesamtstatistik 2011 erfassten Early Stage-Venture Capital-Transaktionen. Berlin.

Bygrave, William D. (1987): Syndicated investments by venture capital firms: A networking perspective. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 2, H. 2, S. 139–154.

Bygrave, William D. (1988): The structure of the investment networks of venture capital firms. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 3, H. 2, S. 137–157.

Capstaff, John (1991): Accounting information and investment risk perception in the UK. In: *Journal of International Financial Management & Accounting*, Jg. 3, H. 2, S. 189–200.

Carbon Trust (Hg.) (2011): Accelerating marine energy. The potential for cost reduction – insights from the Carbon Trust Marine Energy Accelerator. Online verfügbar unter www.carbontrust.co.uk/publications.

Charlier, Roger H. (2003): Sustainable co-generation from the tides: A review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Jg. 7, H. 3, S. 187–213. Online verfügbar unter <http://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v7y2003i3p187-213.html>.

Chidamber, Shyam R.; Kon, Henry B. (1994): A research retrospective of innovation inception and success: the technology-push, demand-pull question. In: *International Journal of Technology Management*, Jg. 9, H. 1, S. 94–112.

Chin, Wynne W. (1998): The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. In: Marcoulides, George A. (Hg.): *Modern Methods for Business Research*. Mahwah, New Jersey; London: Lawrence Erlbaum Associates (Quantitative Methodology Series), S. 295–336.

Church, Jeffrey; Gandal, Neil (1992): Network effects, software provision, and standardization. In: *The Journal of Industrial Economics*, S. 85–103.

Clercq, Dirk de (2003): A Knowledge-based View of Venture Capital Firms' Portfolio Investment Specialization and Syndication. In: Babson College Center (Hg.): *Frontiers of Entrepreneurship Research 2003. proceedings of the twenty-third annual Entrepreneurship Research Conference*. Babson Park, Mass.: Arthur M. Blank Center for Entrepreneurship, S. 49–63.

Clercq, Dirk de; Dimov, Dimo (2004): Explaining venture capital firms' syndication behaviour: a longitudinal study. In: *Venture capital: An International Journal of Entrepreneurial Finance*, Jg. 6, H. 4, S. 243–256.

Clercq, Dirk de; Dimov, Dimo (2008): Internal knowledge development and external knowledge access in venture capital investment performance. In: *Journal of Management Studies*, Jg. 45, H. 3, S. 585–612.

- Clercq, Dirk de; Goulet, Philip K.; Kumpulainen, Mikko; Mäkelä, Manu (2001): Portfolio investment strategies in the Finnish venture capital industry: A longitudinal study. In: *Venture capital: An International Journal of Entrepreneurial Finance*, Jg. 3, H. 1, S. 41–62.
- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences* Laurence Erlbaum. 2nd edition. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Colombo, Massimo G.; Grilli, Luca (2010): On growth drivers of high-tech start-ups: Exploring the role of founders' human capital and venture capital. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 25, H. 6, S. 610–626. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883902609000093>.
- Cotner, John S.; Fletcher, Harold D. (2000): Computing the cost of capital for privately held firms. In: *American Business Review*, Jg. 18, H. 2, S. 27–33.
- Cowan, Robin (1991): Tortoises and hares: choice among technologies of unknown merit. In: *The Economic Journal*, Jg. 101, H. 407, S. 801–814.
- Cowan, Robin; Cowan, William; Swann, Peter (1997): A model of demand with interactions among consumers. In: *International Journal of Industrial Organization*, Jg. 15, H. 6, S. 711–732.
- Cowan, Robin; Hulten, Staffan (1996): Escaping lock-in: the case of the electric vehicle. In: *Technological forecasting and social change*, Jg. 53, H. 1, S. 61–79.
- Cuhls, Kerstin (2008): *Methoden der Technikvorausschau – eine internationale Übersicht*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Cumming, Douglas (2007): Government policy towards entrepreneurial finance: Innovation investment funds. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 22, H. 2, S. 193–235.
- Cumming, Douglas (2012): Venture capital financial contracting: an overview of the international evidence. In: Landström, Hans; Mason, Colin (Hg.): *Handbook of Research on Venture Capital*: Edward Elgar Publishing (2), Bd. 2, S. 70–97.
- Cumming, Douglas; Dai, Na (2011/1//): Fund size, limited attention and valuation of venture capital backed firms. In: *Journal of Empirical Finance*, Jg. 18, H. 1, S. 2–15.
- Cumming, Douglas; Johan, Sofia (2010): Venture Capital Investment Duration. In: *Journal of Small Business Management*, Jg. 48, H. 2, S. 228–257. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-627X.2010.00293.x>.
- Cumming, Douglas J.; MacIntosh, Jeffrey G. (2003): A cross-country comparison of full and partial venture capital exits. Markets and Institutions: Global perspectives. In: *Journal of Banking & Finance*, Jg. 27, H. 3, S. 511–548. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426602003898>.
- Cusumano, Michael A.; Mylonadis, Yiorgos; Rosenbloom, Richard S. (1992): Strategic maneuvering and mass-market dynamics: The triumph of VHS over Beta. In: *Business history review*, Jg. 66, H. 1, S. 51–94.
- David, Paul A. (1985): Clio and the Economics of QWERTY. In: *The American Economic Review*, Jg. 75, H. 2, S. 332–337.
- David, Paul A.; Bunn, Julie Ann (1988): The economics of gateway technologies and network evolution: Lessons from electricity supply history. In: *Information economics and policy*, Jg. 3, H. 2, S. 165–202.

Deutscher Bundestag (23. Mai 2003): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung. Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Fundstelle: Erstes Gesetz zur Änderung des Gesetzes zur Neuordnung des Energiewirtschaftsrechts. In: Bundesgesetzblatt, Jg. 2003, Nr. Teil 1, Nr. 20, S. 686–689.

Deutscher Bundestag (24. April 1998): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung. Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Fundstelle: Gesetz zur Neuordnung des Energiewirtschaftsrechts. In: Bundesgesetzblatt, Jg. 1998, Nr. Teil 1, Nr. 23, S. 730–734.

Deutscher Bundestag (12. Juli 2005): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung. Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Fundstelle: Zweites Gesetz zur Änderung des Gesetzes zur Neuordnung des Energiewirtschaftsrechts. In: Bundesgesetzblatt, Jg. 2005, Nr. Teil 1, Nr. 42, S. 1970–2018.

Deutscher Bundestag (8. September 2008): Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes. EnWG. Fundstelle: Gesetz zur Öffnung des Messwesens bei Strom und Gas für Wettbewerb. In: Bundesgesetzblatt, Jg. 2008, Nr. Teil 1, Nr. 40, S. 1790–1792.

Deutscher Bundestag (25. Oktober 2008): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Fundstelle: Gesetz zur Neuordnung des Rechts Erneuerbarer Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften. In: Bundesgesetzblatt, Jg. 2008, Nr. Teil 1, Nr. 49, S. 2074–2100.

Deutscher Bundestag (2008): Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich. Erneuerbare-Energie-Wärmegesetz (EEWärmeG), vom 7. August 2008. In: Bundesgesetzblatt, Jg. 2008, Nr. Teil 1, Nr. 36, S. 1658–1665.

Deutscher Bundestag (28. Juli 2011): Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Fundstelle: Gesetz zur Neuordnung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. In: Bundesgesetzblatt, Jg. 2011, Nr. Teil 1, Nr. 42, S. 1634–1678.

Deutscher Bundestag (2011): Baugesetzbuch. BauGB, vom 22. Juli 2011. Online verfügbar unter www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbaug/gesamt.pdf.

Deutscher Bundestag (2012): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), vom 20. Dezember 2012. Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de>.

Deutscher Bundestag (2012): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), vom 27. Juni 2012. Online verfügbar unter www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimSchg/gesamt.pdf.

Deutscher Bundestag (2012): Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse. Biomasseverordnung (BiomasseV), vom 24. Februar 2012. Online verfügbar unter www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/biomassev/gesamt.pdf.

Deutsches Biomasse Forschungszentrum – DBFZ (Hg.) (2011): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG. Vorhaben IIa. Endbericht.

Deutsches Biomasse Forschungszentrum – DBFZ (Hg.) (2012): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stro-

- merzeugung aus Biomasse. Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse. Endbericht zur EEG-Periode 2009 bis 2011.
- Deutsches CleanTech Institut (DCTI) (Hg.) (o.J.): Cleantech Definition. Online verfügbar unter <http://www.dcti.de/cleantech/definition.html>.
- Deutsches CleanTech Institut (DCTI) (Hg.) (April 2012): Geothermie. Licht ins Dunkle bringen - Wie Sie von Geothermie profitieren. Bonn. (CleanTech Studienreihe, 6).
- Di Stefano, Giada; Gambardella, Alfonso; Verona, Gianmario (2012): Technology push and demand pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions. In: *Research Policy*, Jg. 41, S. 1283–1295.
- Diamantopoulos, Adamantios; Riefler, Petra (2008): Formative Indikatoren: Einige Anmerkungen zu ihrer Art, Validität und Multikollinearität. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Jg. 78, H. 11, S. 1183–1196.
- Diamantopoulos, Adamantios; Sarstedt, Marko; Fuchs, Christoph; Wilczynski, Petra; Kaiser, Sebastian (2012): Guidelines for choosing between multi-item and single-item scales for construct measurement: a predictive validity perspective. In: *Journal of the Academy of Marketing Science*, Jg. 40, H. 3, S. 434–449.
- Diamantopoulos, Adamantios; Sigauw, Judy A. (2006): Formative versus reflective indicators in organizational measure development: a comparison and empirical illustration. In: *British Journal of Management*, Jg. 17, H. 4, S. 263–282.
- Diamantopoulos, Adamantios; Winklhofer, Heidi M. (2001): Index construction with formative indicators: an alternative to scale development. In: *Journal of Marketing Research*, S. 269–277.
- Die Geschichte des Ökonomischen Denkens (2012). Unter Mitarbeit von Fritz Söllner: Springer Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch).
- DiMaggio, Paul J.; Powell, Walter W. (1983): The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. In: *American sociological review*, S. 147–160.
- Dimmler, Bernhard (22. April 2010): Thin Film PV. a mainstream technology. Veranstaltung vom 22. April 2010. Berlin. Veranstalter: Thin Film Industry Forum 2010.
- Drossart, Inga; Mühlhoff, Jörg (Oktober 2010): Holzenergie. Bedeutung, Potentiale, Herausforderungen. Herausgegeben von Agentur für Erneuerbare Energien e.V. Berlin.
- Drukarczyk, Jochen (1993): Theorie und Politik der Finanzierung. 2. Aufl.: Vahlen.
- Dvorak, August; Merrick, Nellie L.; Dealey, William L.; Ford, Gertrude Catherine (1936): Typewriting behavior. In: New York: American Book Company, Jg. 1, H. 6.
- Eberl, Markus (2004): Formative und reflektive Indikatoren im Forschungsprozess: Entscheidungsregeln und die Dominanz des reflektiven Modells. Ludwig-Maximilians-Universität München, Seminar für Empirische Forschung und Unternehmensplanung EFOplan. München. (Schriften zur Empirischen Forschung und Quantitativen Unternehmensplanung, 19). Online verfügbar unter www.efoplan.de.
- Ecofys (Hg.) (2012): Assessing grandfathering options under an EU ILUC policy. Unter Mitarbeit von Daan Peters, Arno van den Bos und Jasper van de Staij. Utrecht. Online verfügbar unter www.ecofys.com.
- Eisenführ, Franz; Weber, Martin (2010): Rationales entscheiden. 5. Aufl. Heidelberg: Springer.

- Engel, Dirk (2002): The Impact of Venture Capital on Firm Growth: An Empirical Investigation. (ZEW Discussion Papers, 02-02). Online verfügbar unter <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0202.pdf>.
- Engel, Dirk; Keilbach, Max (2007): Firm-level implications of early stage venture capital investment -- An empirical investigation. In: *Journal of Empirical Finance*, Jg. 14, H. 2, S. 150–167.
- Erdfelder, Edgar; Faul, Franz; Buchner, Axel (1996): GPOWER: A general power analysis program. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, Jg. 28, H. 1, S. 1–11. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.3758/BF03203630>.
- Erdogdu, Erkan (2009): A snapshot of geothermal energy potential and utilization in Turkey. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Jg. 13, H. 9, S. 2535–2543.
- Ernst, Andreas (2008): Zwischen Risikowahrnehmung und Komplexität: Über die Schwierigkeiten und Möglichkeiten kompetenten Handelns im Umweltbereich. In: Bormann, Inka; Haan, Gerhard de (Hg.): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 45–59.
- ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation (June 2011): *Solar Thermal Markets in Europe. Trends and Market Statistics 2010*. ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation. Brüssel. Online verfügbar unter www.estif.org.
- ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation (June 2012): *Solar Thermal Markets in Europe. Trends and Market Statistics 2011*. ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation. Brüssel. Online verfügbar unter www.estif.org.
- ETA-Renewable Energies (Hg.) (2008): *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition*. Valencia.
- European Biodiesel Board – EBB (Hg.) (2012): *The EU biodiesel industry - Statistics*. Online verfügbar unter <http://www.ebb-eu.org/stats.php#>.
- European Commission (1996): *The exploitation of tidal and marine currents. Wave energy - Project results*. European Commission. Luxembourg. (Non-nuclear energy — JOULE II, EUR 16683 EN). Online verfügbar unter <http://bookshop.europa.eu/en/non-nuclear-energy-joule-ii-pbCGNA16683/>.
- European Ocean Energy Association (Hg.) (2013): *Industry Vision Paper. 2013*. Brüssel. Online verfügbar unter <http://www.oceanenergy-europe.eu/index.php/en/communication/publications>.
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA) (Hg.) (Mai 2012): *Global Market Outlook for Photovoltaics until 2016*. Brüssel. Online verfügbar unter www.epia.org.
- European Small Hydropower Association (ESHA) (Hg.) (2013). (HYDI Database – Energy Data – Current Data). Online verfügbar unter <http://streammap.esha.be/14.0.html>.
- EVCA – European Private Equity & Venture Capital Association (Hg.) (2002): *Survey of the Economic and Social Impact of Venture Capital in Europe*. Zaventem.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (Hg.) (2012): *Biogas*. 8. überarbeitete Auflage. Gülzow. (Bestell-Nr. 175).
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hg.) (2009): *Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse*. Gülzow. Online verfügbar unter www.fnr.de.

- Falcão, António F. de O. (2010): Wave energy utilization: A review of the technologies. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Jg. 14, H. 3, S. 899–918. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109002652>.
- Falkenstein, Eric G. (1996): Preferences for Stock Characteristics as Revealed by Mutual Fund Portfolio Holdings. In: *The Journal of Finance*, Jg. 51, H. 1, S. 111–135.
- Faul, Franz; Erdfelder, Edgar; Buchner, Axel; Lang, Albert-Georg (2009): Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. In: *Behavior research methods*, Jg. 41, H. 4, S. 1149–1160.
- Faul, Franz; Erdfelder, Edgar; Lang, Albert-Georg; Buchner, Axel (2007): G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. In: *Behavior research methods*, Jg. 39, H. 2, S. 175–191.
- Feinendegen, Stefan; Schmidt, Daniel; Wahrenburg, Mark (2002): Vertragsbeziehungen zwischen Investoren und Venture Capital-Fonds. Eine empirische Untersuchung des europäischen Venture Capital-Marktes. Center for Financial Studies. Frankfurt am Main. (CFS Working Paper, 2002/01). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/25380>.
- Ferguson, D.; Duncan, Joan (1974): Keyboard Design and Operating Posture. *Ergonomics*. In: *Ergonomics*, Jg. 17, H. 6, S. 731–744. Online verfügbar unter doi:10.1080/00140137408931420 / <http://dx.doi.org/10.1080/00140137408931420>.
- Ferris, K.; Hiramatsu, K.; Kimoto, K. (1989): Accounting Information and Investment Risk Perception in Japan*. In: *Journal of International Financial Management & Accounting*, Jg. 1, H. 3, S. 232–243.
- Fiet, James O. (1995b): Reliance upon informants in the venture capital industry. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 10, H. 3, S. 195–223.
- Fiet, James O. (1995a): Risk Avoidance Strategies in Venture Capital Markets. In: *Journal of Management Studies*, Jg. 32, H. 4, S. 551–574. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.1995.tb00788.x>.
- Foxon, Timothy J.; Gross, R.; Chase, A.; Howes, J.; Arnall, A.; Anderson, D. (2005): UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures. In: *Energy Policy*, Jg. 33, H. 16, S. 2123–2137.
- Frambach, Ruud T.; Schillewaert, Niels (2002): Organizational innovation adoption: A multi-level framework of determinants and opportunities for future research. In: *Journal of Business Research*, Jg. 55, H. 2, S. 163–176.
- Franke, Günter; Hax, Herbert (2009): *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt*. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer-ISE) (Hg.) (Dezember 2012): *Studie Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien*. Freiburg.
- Freeman, John; Hannan, Michael T. (1989): *Organizational Ecology*: Harvard University Press.
- Frid, Chris; Andonegi, Eider; Depestele, Jochen; Judd, Adrian; Rihan, Dominic; Rogers, Stuart I.; Kenchington, Ellen (2012): The environmental interactions of tidal and wave energy generation devices. In: *Environmental Impact Assessment Review*, Jg. 32, H. 1, S. 133–139. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592551100076X>.

Fried, Vance H.; Bruton, Garry D.; Hisrich, Robert D. (1998): Strategy and the board of directors in venture capital-backed firms. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 13, H. 6, S. 493–503. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883902697000621>.

Fried, Vance H.; Hisrich, Robert D. (Autumn, 1994): Toward a Model of Venture Capital Investment Decision Making. In: *Financial Management*, Jg. 23, H. 3, S. 28–37.

Fritschen, Ralf; Rüter, Horst (2010): Induzierte Seismizität - Ein Problem der Tiefen Geothermie. In: *Geothermische Energie*, Jg. 5, H. 66, S. 6–13.

Fromm, Sabine (2005): Binäre logistische Regressionsanalyse. Eine Einführung für Sozialwissenschaftler mit SPSS für Windows. Herausgegeben von Gerhard Schulze und Leila Akremi. Bamberg. (Bamberger Beiträge zur empirischen Sozialforschung, 11).

Frommann, Holger; Dahmann, Attila (Oktober 2005): Zur Rolle von Private Equity und Venture Capital in der Wirtschaft. Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften. Berlin.

Fuchs, Andreas (2011): Methodische Aspekte linearer Strukturgleichungsmodelle. Ein Vergleich von kovarianz- und varianzbasierten Kausalanalyseverfahren. Herausgegeben von Margit Meyer. Lehrstuhl für BWL und Marketing Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Würzburg. (Research Papers on Marketing Strategy, 2/2011).

Fuchs, Christoph; Diamantopoulos, Adamantios (2009): Using single-item measures for construct measurement in management research. In: *Die Betriebswirtschaft*, Jg. 69, H. 2, S. 195–210.

Gabler Wirtschaftslexikon: Stichwort: Venture-Capital. Herausgegeben von Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/3397/venture-capital-v6.html>.

Ganzach, Yoav (2000): Judging risk and return of financial assets. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Jg. 83, H. 2, S. 353–370.

Ganzach, Yoav; Ellis, Shmuel; Pazy, Asya; Ricci-Siag, Tali (2008): On the perception and operationalization of risk perception. In: *Judgment and Decision Making*, Jg. 3, H. 4, S. 317–324.

Gassmann, Oliver; Kobe, Karmen (Hg.) (2006): Management von Innovation und Risiko: Quantensprünge in der Entwicklung erfolgreich managen. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Ghemawat, Pankaj (1991): *Commitment*: Free Press.

Gilbert, Clark (2005): Unbundling The Structure Of Inertia: Resources Versus Routine Rigidity. In: *Academy of Management Journal*, Jg. 48, H. 5, S. 741–763.

Giot, Pierre; Schwienbacher, Armin (2007): IPOs, trade sales and liquidations: Modeling venture capital exits using survival analysis. In: *Journal of Banking & Finance*, Jg. 31, H. 3, S. 679–702.

Gleißner, Werner; Grundmann, Thilo (2008): Risiko-Benchmark-Werte für das Risikocontrolling deutscher Unternehmen. In: *Controlling & Management*, Jg. 52, H. 5, S. 314–319.

- Goldstein, Barry; Hiriart, Gerardo; Bertani, Ruggero; Bromley, Christopher; Gutiérrez-Negrín, Luis; Huenges, Ernst et al.: Geothermal Energy. In: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press, S. 401–436.
- Golis, Christopher C.; Mooney, P. R.; Richardson, Tom (2009): Enterprise and venture capital. Crows Nest, N.S.W.: Allen & Unwin.
- Gompers, Paul A. (1995): Optimal Investment, Monitoring, and the Staging of Venture Capital. In: *Journal of Finance*, Jg. 50, H. 5, S. 1461–1489. Online verfügbar unter <http://ideas.repec.org/a/bla/jfinan/v50y1995i5p1461-89.html>.
- Gompers, Paul A. (1996): Grandstanding in the venture capital industry. In: *Journal of Financial Economics*, Jg. 42, H. 1, S. 133–156.
- Gompers, Paul A.; Lerner, Josh; Blair, Margaret M.; Hellmann, Thomas (1998): What Drives Venture Capital Fundraising? In: *Brookings Papers on Economic Activity*. Microeconomics, Jg. 1998, S. 149–204.
- Gompers, Paul Alan; Lerner, Josh (2001): The Venture Capital Revolution. In: *Journal of Economic Perspectives*, Jg. 15, H. 2, S. 145–168. Online verfügbar unter <http://econpapers.repec.org/RePEc:aea:jecper:v:15:y:2001:i:2:p:145-168>.
- Gonnard Eric; Eun Jung Kim; Isabelle Ynesta (2008): Recent trends in institutional investors statistics. OECD. (Financial Market Trends, 2).
- Gorman, Michael; Sahlman, William A. (1989): What do venture capitalists do? In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 4, H. 4, S. 231–248. Online verfügbar unter <http://ideas.repec.org/a/eee/jbvent/v4y1989i4p231-248.html>.
- Götze, Uwe (2008): Investitionsrechnung: Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben: Springer Verlag.
- Griliches, Zvi (1992): The Search for R&D Spillovers. In: *The Scandinavian Journal of Economics*, Jg. 94, S. S29-S47.
- Groh, Alexander (2012): The Capital Flow from Institutional Investors to Entrepreneurs. In: *The Oxford Handbook of Venture Capital*. New York: Oxford University Press, USA, S. 15–36.
- Groh, Alexander Peter; Liechtenstein, Heinrich von (2011): The First Step of the Capital Flow from Institutions to Entrepreneurs: the Criteria for Sorting Venture Capital Funds. In: *European Financial Management*, Jg. 17, H. 3, S. 532–559. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-036X.2010.00583.x>.
- GtV-BV - Geothermische Vereinigung - Bundesverband Geothermie e.V. (Hg.) (Dezember 2010): Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.geothermie.de/aktuelles/geothermie-in-zahlen/deutschland.html>.
- GtV-BV - Geothermische Vereinigung – Bundesverband Geothermie e.V. (Hg.) (Februar 2013): Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.geothermie.de/aktuelles/geothermie-in-zahlen/deutschland.html>.
- Guerrero-Lemus, Ricardo; Martínez-Duart, José Manuel (2013): Renewable Energies and CO2. Cost Analysis, Environmental Impacts and Technological Trends – 2012 Edition. London, Heidelberg, New York, Dordrecht: Springer (Lecture Notes in Energy).

- Gupta, Sachin; Jain, Dipak C.; Sawhney, Mohanbir S. (1999): Modeling the evolution of markets with indirect network externalities: An application to digital television. In: *Marketing Science*, Jg. 18, H. 3, S. 396–416.
- Häder, Michael (2006): *Empirische Sozialforschung: Eine Einführung*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hall, John; Hofer, Charles W. (1993): Venture capitalists' decision criteria in new venture evaluation. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 8, H. 1, S. 25–42.
- Halpert, Julie (2009): Diesel's Hard Sell. In: *Newsweek (Atlantic Edition)*, Jg. 154, H. 15, S. 14.
- Hannan, Michael T.; Burton, M. Diane; Baron, James N. (1996): Inertia and change in the early years: Employment relations in young, high technology firms. In: *Industrial and Corporate Change*, Jg. 5, H. 2, S. 503–536.
- Hannan, Michael T.; Freeman, John (1984): Structural inertia and organizational change. In: *American sociological review*, S. 149–164.
- Hargadon, Andrew B.; Kenney, Martin (2012): Misguided Policy? Following Venture Capital into Clean Technology. In: *California Management Review*, Jg. 54, H. 2, S. 118.
- Harry J. Sapienza; Sophie Manigart; Wim Vermeir (1996): Venture capitalist governance and value added in four countries. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 11, H. 6, S. 439–469. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883902696000523>.
- Hax, Herbert (1993): *Investitionstheorie*: Physica-Verlag HD.
- Held, Leonhard (2008): *Methoden der statistischen Inferenz. Likelihood und Bayes*. Unter Mitarbeit von Daniel Sabanés Bové. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Hellmann, Thomas; Puri, Manju (2000): The Interaction between Product Market and Financing Strategy: The Role of Venture Capital. In: *Review of Financial Studies*, Jg. 13, H. 4, S. 959–984.
- Hering, Garrett (2012): Das Jahr des Drachen. Die Produktion von Solarzellen ist 2011 auf 37 Gigawatt gestiegen – und die Dominanz Chinas wächst. In: *Photon*, April 2012.
- Herrmann, Andreas; Huber, Frank; Kressmann, Frank (2006): Varianz- und kovarianzbasierte Strukturgleichungsmodelle – ein Leitfaden zu deren Spezifikation, Schätzung und Beurteilung. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Jg. 58, H. 2, S. 34–66.
- Hildebrandt, Lutz; Temme, Dirk (2006): Probleme der Validierung mit Strukturgleichungsmodellen. Sonderforschungsbereich 649 Ökonomisches Risiko. Berlin. (Discussion Paper, 2006-802).
- Hill, Ned C.; Stone, Bernell K. (1980): Accounting betas, systematic operating risk, and financial leverage: A risk-composition approach to the determinants of systematic risk. In: *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, S. 595–637.
- Hisrich, Robert D.; Jankowicz, A. D. (1990/1//): Intuition in venture capital decisions: An exploratory study using a new technique. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 5, H. 1, S. 49–62.

- Hochschule Zittau/Görlitz (Hg.) (2012): *Elektroenergie aus Biomasse in dezentraler Anwendung – Technik, Ökonomie, Ökologie*. Zittau.
- Hoefnagels, Ric; Junginger, Martin; Panzer, Christian; Resch, Gustav; Held, Anne (2011): *Long Term Potentials and Costs of RES. Part I: Potentials, Diffusion and Technological learning*. Herausgegeben von European Commission - Executive Agency for Competitiveness & Innovation. Online verfügbar unter <http://www.reshaping-res-policy.eu/>.
- Höhn, Carsten (2009): *Der adäquate Einsatz von Wertsteigerungsaktivitäten als Erfolgsstrategie von Venture-Capital-Fonds. Eine Empirische Untersuchung*. Hamburg: Kovac.
- Holmstrom, Bengt (1979): *Moral Hazard and Observability*. In: *Bell Journal of Economics*, Jg. 10, H. 1, S. 74–91.
- Hsu, David H. (2004): *What do entrepreneurs pay for venture capital affiliation?* In: *The Journal of Finance*, Jg. 59, H. 4, S. 1805–1844.
- IEA - International Energy Agency (Hg.) (2008): *From 1st- to 2nd-Generation Biofuel Technologies. An overview of current industry and RD&D activities*. Paris.
- IEA – International Energy Agency (Hg.) (2010): *Renewable Energy Essentials: Geothermal*. Paris. Online verfügbar unter www.iea.org.
- IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Unter Mitarbeit von Ottmar Edenhofer, Ramon Pichs-Madruga und Youba Sokona et al. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press.
- Islas, Jorge (1997): *Getting round the lock-in in electricity generating systems: the example of the gas turbine*. In: *Research Policy*, Jg. 26, H. 1, S. 49–66.
- Ivanov, Vladimir I.; Xie, Fei (2010): *Do Corporate Venture Capitalists Add Value to Start-Up Firms? Evidence from IPOs and Acquisitions of VC-Backed Companies*. In: *Financial Management*, Jg. 39, H. 1, S. 129–152. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-053X.2009.01068.x>.
- Ivanov, Vladimir I.; Xie, Fei (2010): *Do Corporate Venture Capitalists Add Value to Start-Up Firms? Evidence from IPOs and Acquisitions of VC-Backed Companies*. In: *Financial Management*, Jg. 39, H. 1, S. 129–152.
- Jaffe, Adam B. (1986): *Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value*. In: *The American Economic Review*, Jg. 76, H. 5, S. 984–1001.
- Jaffe, Adam B. (1989): *Characterizing the »technological position« of firms, with application to quantifying technological opportunity and research spillovers*. In: *Research Policy*, Jg. 18, H. 2, S. 87–97.
- Jarvis, Cheryl Burke; MacKenzie, Scott B.; Podsakoff, Philip M. (2003): *A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research*. In: *Journal of consumer research*, Jg. 30, H. 2, S. 199–218.
- Jeng, Leslie A.; Wells, Philippe C. (2000): *The determinants of venture capital funding: evidence across countries*. In: *Journal of Corporate Finance*, Jg. 6, H. 3, S. 241–289.

- Johnson, Victoria (2007): What Is Organizational Imprinting? Cultural Entrepreneurship in the Founding of the Paris Opera I. In: *American Journal of Sociology*, Jg. 113, H. 1, S. 97–127.
- Kahan, Dan M.; Peters, Ellen; Wittlin, Maggie; Slovic, Paul; Ouellette, Lisa Larrimore; Braman, Donald; Mandel, Gregory (2012): The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. In: *Nature Climate Change*, Jg. 2, H. 10, S. 732–735.
- Kahneman, Daniel; Tversky, Amos (1979): Prospect theory: An analysis of decision under risk. In: *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, S. 263–291.
- Kakati, Munin (2003): Success criteria in high-tech new ventures. In: *Technovation*, Jg. 23, H. 5, S. 447–457.
- Kaltschmitt, Martin (2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York, NY: Springer.
- Kaltschmitt, Martin; Streicher, Wolfgang; Wiese, Andreas (2006): *Erneuerbare Energien*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kaltschmitt, Martin; Streicher, Wolfgang; Wiese, Andreas (2013): *Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kanniainen, Vesa; Keuschnigg, Christian (2003): The optimal portfolio of start-up firms in venture capital finance. In: *Journal of Corporate Finance*, Jg. 9, H. 5, S. 521–534.
- Kanniainen, Vesa; Keuschnigg, Christian (2004): Start-up investment with scarce venture capital support. In: *Journal of Banking & Finance*, Jg. 28, H. 8, S. 1935–1959.
- Kaplan, Paul D.; Peterson, James D. (1998): Full-information industry betas. In: *Financial Management*, S. 85–93.
- Kaplan, Steven N.; Schoar, Antoinette (2005): Private Equity Performance: Returns, Persistence, and Capital Flows. In: *The Journal of Finance*, Jg. 60, H. 4, S. 1791–1823. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00780.x>.
- Kaplan, Steven N.; Strömberg, Per (2004): Characteristics, Contracts, and Actions: Evidence from Venture Capitalist Analyses. In: *The Journal of Finance*, Jg. 59, H. 5, S. 2177–2210. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.2004.00696.x>.
- Kasemir, Bernd; Toth, Ferenc; Masing, Vanessa (2000): Climate Policy, Venture Capital and European Integration. In: *Journal of Common Market Studies*, Jg. 38, H. 5, S. 891–903.
- Katz, Michael L.; Shapiro, Carl (1985): Network externalities, competition, and compatibility. In: *The American Economic Review*, Jg. 75, H. 3, S. 424–440.
- Keizer, Jimme A.; Dijkstra, Lieuwe; Im Halman, Johannes (2002): Explaining innovative efforts of SMEs: An exploratory survey among SMEs in the mechanical and electrical engineering sector in The Netherlands. In: *Technovation*, Jg. 22, H. 1, S. 1–13.
- KfW - Mittelstandsbank (Hg.) (2003): *Beteiligungskapital in Deutschland: Anbieterstrukturen, Verhaltensmuster, Marktlücken und Förderbedarf. Fortschreitende Professionalisierungstendenzen in einem noch jungen Markt*. Berlin.

- Kimberly, John R. (1975): Environmental constraints and organizational structure: A comparative analysis of rehabilitation organizations. In: *Administrative Science Quarterly*, S. 1–9.
- Knight, Eric R. (2010): *The Economic Geography of Clean Tech Venture Capital*. School of Geography and the Environment, University of Oxford. (Working Paper Series in Employment, Work and Finance). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1588806>.
- Kollmann, Tobias; Kuckertz, Andreas (2010): Evaluation uncertainty of venture capitalists' investment criteria. In: *Journal of Business Research*, Jg. 63, H. 7, S. 741–747. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296309001672>.
- Koonce, Lisa; McAnally, Mary Lea; Mercer, Molly (2005): How do investors judge the risk of financial items? In: *The Accounting Review*, Jg. 80, H. 1, S. 221–241.
- Kornmeier, Martin (2007): *Wissenschaftstheorie und wissenschaftliches Arbeiten*. Eine Einführung für Wirtschaftswissenschaftler. Heidelberg: Physica-Verlag HD (BA Kompakt).
- Kortum, Samuel; Lerner, Josh (2000): Assessing the contribution of venture capital to innovation. In: *RAND Journal of Economics*, S. 674–692.
- Kost, Christoph; Schlegl, Thomas (Dezember 2010): *Studie Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien*. Herausgegeben von Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Freiburg.
- Kraut, Allen I. (Hg.) (2006): *Getting Action from Organizational Surveys*. New Concepts, Technologies, and Applications. 1. Aufl. San Francisco: Jossey-Bass (The Professional Practice Series).
- Kruschwitz, Lutz; Husmann, Sven (2010): *Finanzierung und Investition*. 6. Aufl.: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Kuester, Sabine; Heß, Silke C. (2007): Adoptionsbarrieren bei Produktinnovationen. In: Bayón, Tomás; Herrmann, Andreas; Huber, Frank (Hg.): *Vielfalt und Einheit in der Marketingwissenschaft*. Ein Spannungsverhältnis. Wiesbaden: Gabler, S. 77–96.
- Kuß, Alfred (2012): *Marktforschung: Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse*. 4. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- L. Hurwicz: *Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance*.
- Lako, P. (Mai 2010): *Technical and economic features of renewable electricity technologies*. Herausgegeben von Energy Research Centre of The Netherlands.
- Landström, Hans (Hg.) (2007): *Handbook of Research on Venture Capital*. Cheltenham, UK, Northampton, Mass.: Edward Elgar.
- Landström, Hans; Mason, Colin (Hg.) (2012): *Handbook of Research on Venture Capital*: Edward Elgar Publishing (2).
- Landtag NRW (2000): *Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung*. (BauO NRW), vom 1. Juni 2000. Fundstelle: <https://recht.nrw.de>. Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&gld_nr=2&ugl_nr=232&bes_id=4883&menu=1&sg=0&aufgehoben=N&keyword=bauordnung#det0.

- Landtag NRW (2005): Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen. (WKA-Erl.), vom 21.10.2005. Fundstelle: Ministerialblatt MBl NRW, Jg. 2005, Nr. 49, S. 1287–1302.
- Landwehr, Katja (2007): Strategische Technologiefrühaufklärung: Grundlagen, Systematik und Methoden. Saarbrücken.
- Langniß, Ole; Diekmann, Jochen; Lehr, Ulrike (2006): Die Förderung erneuerbarer Energien als Regulierungsaufgabe. Zwischenbericht anlässlich des BWPLUS-Statuskolloquiums am 21. und 22. Februar 2006 im Forschungszentrum Karlsruhe. Karlsruhe. (Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS)).
- Laux, Helmut (2007): Entscheidungstheorie. 7. Aufl. Berlin: Springer.
- Lee, Joo-Suk; Yoo, Seung-Hoon (2009): Measuring the environmental costs of tidal power plant construction: A choice experiment study. In: *Energy Policy*, Jg. 37, H. 12, S. 5069–5074. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150900528X>.
- Leleux, Benoit; Surlemont, Bernard (2003): Public versus private venture capital: seeding or crowding out? A pan-European analysis. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 18, H. 1, S. 81–104.
- Lerner, Josh (2002a): Boom and bust in the venture capital industry and the impact on innovation. In: *Economic Review*, H. Q4, S. 25–39.
- Lerner, Josh (1995): Venture Capitalists and the Oversight of Private Firms. In: *Journal of Finance*, Jg. 50, H. 1, S. 301–318. Online verfügbar unter <http://econpapers.repec.org/RePEc:bla:jfinan:v:50:y:1995:i:1:p:301-18>.
- Lerner, Josh (1999): The Government as Venture Capitalist: The Long Run Impact of the SBIR Program. In: *The Journal of Business*, Jg. 72, H. 3, S. 285–318.
- Lerner, Josh (2002): When bureaucrats meet entrepreneurs: The design of effective 'public venture capital' programmes. In: *The Economic Journal*, Jg. 112, H. 477, S. F73-F84.
- Lessner, Armin (2009): Die Kraft des Meeres. In: *Erneuerbare Energien*.
- Licht, Georg; Nerlinger, Eric (1998): New technology-based firms in Germany: a survey of the recent evidence. In: *Research Policy*, Jg. 26, H. 9, S. 1005–1022.
- Lichtenthaler, Eckhard (zgl. Dissertation, ETH Zürich, 2000): Organisation der Technology Intelligence: eine empirische Untersuchung der Technologiefrühaufklärung in technologieintensiven Grossunternehmen. Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 2002 (Technology, Innovation and Management, 5).
- Lichtenthaler, Eckhard (2004): Technology intelligence processes in leading European and North American multinationals. In: *R&D Management*, Jg. 34, H. 2, S. 121–135.
- Lichtenthaler, Eckhard (2008): Methoden der Technologie-Früherkennung und Kriterien zu ihrer Auswahl. In: Möhrle, Martin G.; Isenmann, Ralf (Hg.): *Technologie-Roadmapping. Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen*. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, S. 59–84.
- Lieberman, Marvin B.; Montgomery, David B. (1988): First mover advantages. In: *Strategic management journal*, Jg. 9, H. S1, S. 41–58.
- Liebowitz, Stan J.; Margolis, Stephen E. (1990): The fable of the keys. In: *Journal of Law and Economics*, Jg. 33, H. 1, S. 1–25.

- Liebowitz, Stan J.; Margolis, Stephen E. (1995): Path dependence, lock-in, and history. In: *Journal of Law, Economics, & Organization*, S. 205–226.
- Linda Argote (1999): *Organizational Learning: Creating, Retaining, and Transferring Knowledge*: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Lindner, Johannes (2003): Institutional stability and change: two sides of the same coin. In: *Journal of European Public Policy*, Jg. 10, H. 6, S. 912–935.
- Lindsey, Laura (2008): Blurring Firm Boundaries: The Role of Venture Capital in Strategic Alliances. In: *The Journal of Finance*, Jg. 63, H. 3, S. 1137–1168. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.2008.01354.x>.
- Low Carbon Innovation Coordination Group (Hg.) (2012): *Technology Innovation Needs Assessment (TINA)*. Marine Energy Summary Report.
- Lübbert, Daniel (2005): *Das Meer als Energiequelle*. Herausgegeben von Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages. Deutscher Bundestag. Berlin. (Info-Brief, WF VIII - 116/2005).
- MacGregor, Donald; Slovic, Paul; Berry, Michael; Evensky, Harold (1999): Perception of financial risk: A survey study of advisors and planners. In: *Journal of Financial Planning*, S. 68–86.
- MacKenzie, Scott B.; Podsakoff, Philip M.; Jarvis, Cheryl Burke (2005): The problem of measurement model misspecification in behavioral and organizational research and some recommended solutions. In: *Journal of Applied Psychology*, Jg. 90, H. 4, S. 710–729.
- MacMillan, Ian C.; Kulow, David M.; Khoylian, Roubina (1989): Venture capitalists' involvement in their investments: Extent and performance. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 4, H. 1, S. 27–47. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0883902689900323>.
- MacMillan, Ian C.; Siegel, Robin; Narasimha, P. N. Subba (1985): Criteria used by venture capitalists to evaluate new venture proposals. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 1, H. 1, S. 119–128. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0883902685900114>.
- MacMillan, Ian C.; Zemann, Lauriann; Subbanarasimha, P. N. (1987): Criteria distinguishing successful from unsuccessful ventures in the venture screening process. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 2, H. 2, S. 123–137.
- Mahoney, James (2000): Path dependence in historical sociology. In: *Theory and Society*, Jg. 29, H. 4, S. 507–548.
- Malkiel, Burton G.; Fama, Eugene F. (1970): Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. In: *The Journal of Finance*, Jg. 25, H. 2, S. 383–417.
- Manigart, Sophie; Waele, Koen de; Wright, Mike; Robbie, Ken; Desbrières, Philippe; Sapienza, Harry J.; Beekman, Amy (2002): Determinants of required return in venture capital investments: a five-country study. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 17, H. 4, S. 291–312.
- Mansfield, Edwin; Lee, Jeong-Yeon (1996): The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support. In: *Research Policy*, Jg. 25, H. 7, S. 1047–1058.

- Mao, James C. T.; Särndal, Carl Erik (1966): A decision theory approach to portfolio selection. In: *Management Science*, Jg. 12, H. 8, S. B-323-B-333.
- March, James G. (1991): Exploration and exploitation in organizational learning. In: *Organization science*, Jg. 2, H. 1, S. 71–87.
- March, James G. (2006): Rationality, foolishness, and adaptive intelligence. In: *Strategic management journal*, Jg. 27, H. 3, S. 201–214.
- March, James G.; Cartwright, Dorwin (Hg.) (1965): *Handbook of organizations*: Rand McNally Chicago (62).
- Marcoulides, George A. (Hg.) (1998): *Modern Methods for Business Research*. Mahwah, New Jersey; London: Lawrence Erlbaum Associates (Quantitative Methodology Series).
- Markowitz, Harry (1952): Portfolio Selection. In: *The Journal of Finance*, Jg. 7, H. 1, S. 77–91.
- Mathonet, Pierre-Yves; Meyer, Thomas (2007): J-curve exposure. Managing a portfolio of venture capital and private equity funds. Chichester, England, Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons.
- Maula, Markku (2007): Corporate venture capital as a strategic tool for corporations. In: Landström, Hans (Hg.): *Handbook of Research on Venture Capital*. Cheltenham, UK, Northampton, Mass.: Edward Elgar, S. 371–392.
- McGrath, Rita Gunther; Keil, Thomas; Tukiainen, Taina (2012): Extracting value from corporate venturing. In: *MIT Sloan Management Review*, Jg. 48, H. 1.
- Mechner, Francis (1989): Present certainty equivalents and weighted scenario valuations. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 4, H. 2, S. 85–92.
- Möhrle, Martin G.; Isenmann, Ralf (Hg.) (2008): *Technologie-Roadmapping. Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen*. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Molly, J. P. (31.12.2011): Status der Windenergienutzung in Deutschland – Stand 31.12.2011. Herausgegeben von DEWI GmbH - Deutsches Windenergie-Institut.
- Mowery, David; Rosenberg, Nathan (1979): The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. In: *Research Policy*, Jg. 8, H. 2, S. 102–153.
- Müller, Ute (2013): Das plötzliche Ende der spanischen Energiewende. In: *Die Welt*, Jg. 2013, 3.9.2013. Online verfügbar unter <http://www.welt.de/wirtschaft/article119635588/Das-ploetzliche-Ende-der-spanischen-Energiewende.html>.
- Naik, S. N.; Goud, Vaibhav V.; Rout, Prasant K.; Dalai, Ajay K. (2010): Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Jg. 14, H. 2, S. 578–597. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109002342>.
- Namboodiri, Narayanan Krishnan; Carter, Lewis F.; Blalock, Hubert M. (1975): *Applied multivariate analysis and experimental designs*: McGraw-Hill New York.
- Nemet, Gregory F. (2009): Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change. In: *Research Policy*, Jg. 38, H. 5, S. 700–709.

- Nemet, Gregory F. (2012): Subsidies for new technologies and knowledge spillovers from learning by doing. In: *Journal of Policy Analysis and Management*, Jg. 31, H. 3, S. 601–622.
- Neubauer, Werner; Bellgardt, Egon; Behr, Andreas (2002): *Statistische Methoden: ausgewählte Kapitel für Wirtschaftswissenschaftler*. 2. Aufl. München: Vahlen.
- Neumann, J. von; Morgenstern, O. (1944): *Theory of games and economic behavior*: Princeton University Press.
- Norberg-Bohm, Vicki (2000): Creating incentives for environmentally enhancing technological change: lessons from 30 years of US energy technology policy. In: *Technological forecasting and social change*, Jg. 65, H. 2, S. 125–148.
- North, Douglass C. (1990): *Institutions, institutional change and economic performance*: Cambridge University Press.
- Norton, Edgar (1995): Venture capital as an alternative means to allocate capital: an agency-theoretic view. In: *Entrepreneurship: Theory and Practice*, H. 4, S. 19–29. Online verfügbar unter <http://www.allbusiness.com/business-finance/equity-funding-private-equity-venture/589397-1.html>.
- Norton, Edgar; Tenenbaum, Bernard H. (1993): Specialization versus diversification as a venture capital investment strategy. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 8, H. 5, S. 431–442.
- O'Rourke, Fergal; Boyle, Fergal; Reynolds, Anthony (2010): Tidal energy update 2009. In: *Applied Energy*, Jg. 87, H. 2, S. 398–409. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626190900347X>.
- O'Sullivan, Marlene; Edler, Dietmar; Nieder, Thomas; Rüter, Thorsten; Lehr, Ulrike; Peter, Frank (14 März 2012): *Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2011*. Herausgegeben von Naturschutz und Reaktorsicherheit) BMU (Bundesministeriums für Umwelt. Online verfügbar unter <http://www.erneuerbare-energien.de>.
- Obernberger, Ingwald; Thek, Gerold (2008): Cost assessment of selected decentralised CHP applications based on biomass combustion and biomass gasification. In: *ETA-Renewable Energies (Hg.): Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition*. Valencia .
- Observ'ER (Hg.) (Dezember 2012): *The State of Renewable Energies in Europe*. 12th EurObserv'ER Report. Paris.
- Observ'ER (2012a): *Biogas Barometer*. In: *Le Journal des Énergies Renouvelables*, H. 212, S. 66–79.
- Observ'ER (2008): *Biogas Barometer*. In: *Le Journal des Énergies Renouvelables*, H. 186, S. 45–59.
- Observ'ER (2010): *Biogas Barometer*. In: *Le Journal des Énergies Renouvelables*, H. 200, S. 104–119.
- Observ'ER (2011): *Heat Pumps Barometer*. In: *Le Journal des Énergies Renouvelables*, H. 205, S. 82–101.
- OECD (2013): *Entrepreneurship at a Glance*. Herausgegeben von OECD Publishing. Online verfügbar unter [/content/book/entrepreneur_aag-2013-en](http://www.oecd.org/content/book/entrepreneur_aag-2013-en).

- Palliam, Ralph (2005): Application of a multi-criteria model for determining risk premium. In: *Journal of Risk Finance*, The, Jg. 6, H. 4, S. 341–348.
- Pankotsch, Frank (2005): *Kapitalbeteiligungsgesellschaften und ihre Portfoliounternehmen. Gestaltungsmöglichkeiten und Erfolgsfaktoren der Zusammenarbeit*. Wiesbaden. Dt. Univ.-Verl.
- Parhankangas, Annaleena; Hellström, Tomas (2007): How experience and perceptions shape risky behaviour: Evidence from the venture capital industry. In: *Venture Capital*, Jg. 9, H. 3, S. 183–205.
- Peiffer, Stephan (zgl. Dissertation, Universität-Gesamthochschule Duisburg, 1991): *Technologie-Frühaufklärung: Identifikation und Bewertung zukünftiger Technologien in der strategischen Unternehmensplanung*. Hamburg: S + W Steuer- und Wirtschaftsverlag, 1992.
- Porter, Michael E. (2008): *Wettbewerbsstrategien (Competitive Strategy). Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten*. 11. Aufl. Frankfurt am Main/ New York: Campus Verlag.
- Porter, Michael E.; van der Linde, Claas (1995): Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. In: *The journal of economic perspectives*, Jg. 9, H. 4, S. 97–118.
- Poser, Timo B. (zgl. Dissertation, Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung (WHU), Vallendar, 2002): *The impact of corporate venture capital. Potentials of competitive advantages for the investing company*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2003.
- Puri, Manju; ZARUTSKIE, REBECCA (2012): On the Life Cycle Dynamics of Venture-Capital- and Non-Venture-Capital-Financed Firms. In: *The Journal of Finance*, Jg. 67, H. 6, S. 2247–2293. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.2012.01786.x>.
- Rammer, Christian; Weißenfeld, Britta (2008): *Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2006. Aktuelle Entwicklungen und ein internationaler Vergleich*. Herausgegeben von Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Mannheim. (Studien zum deutschen Innovationssystem, 04-2008).
- Raupp, Nikolaus (zgl. Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2011): *Das Entscheidungsverhalten japanischer Venture-Capital-Manager unter dem Einfluss der Risikowahrnehmung im Verbund mit anderen Faktoren*. Lohmar - Köln: JOSEF EUL VERLAG, 2012 (Venture Capital und Investment Banking, 17).
- Reger, Guido (2006): *Technologie-Früherkennung: Organisation und Prozess*. In: Gassmann, Oliver; Kobe, Karmen (Hg.): *Management von Innovation und Risiko: Quantensprünge in der Entwicklung erfolgreich managen*. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, S. 303–329.
- Ren21 (2012): *Renewables 2012 - Global Status Report*. Herausgegeben von REN21 Secretariat. Paris. Online verfügbar unter <http://new.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx>.
- Renn, Jürgen; Schlögel, Robert; Zenner, Hans-Peter (Hg.) (2011): *Herausforderung Energie. Ausgewählte Vorträge der 126. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e.V.*: epubli GmbH (Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge, 1).

- Robertson, Thomas S. (1967): The Process of Innovation and the Diffusion of Innovation. In: *Journal of Marketing*, Jg. 31, H. 1, S. 14–19. Online verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/1249295>.
- Robinson, Kenneth C.; Phillips McDougall, Patricia (2001): Entry barriers and new venture performance: A comparison of universal and contingency approaches. In: *Strategic management journal*, Jg. 22, H. 6-7, S. 659–685.
- Rogers, Everett M. (2003): *Diffusion of innovations*. 5. Aufl.: Free Press.
- Rolfes, Bernd (2003): *Moderne Investitionsrechnung: Einführung in die klassische Investitionstheorie und Grundlagen marktorientierter Investitionsentscheidungen*: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Romain, Astrid; van Pottelsberghe, Bruno (2004): *The Economic Impact of Venture Capital*. Deutsche Bundesbank. Frankfurt am Main. (Discussion Paper Series 1: Studies of the Economic Research Centre, 18/2004).
- Rossiter, John R. (2002): The C-OAR-SE procedure for scale development in marketing. In: *International Journal of Research in Marketing*, Jg. 19, H. 4, S. 305–335.
- Roszkowski, Michael J.; Bean, Andrew G. (1990): Believe it or not! Longer questionnaires have lower response rates. In: *Journal of Business and Psychology*, Jg. 4, H. 4, S. 495–509.
- Rothwell, Roy (1992): Industrial innovation and government environmental regulation: Some lessons from the past. In: *Technovation*, Jg. 12, H. 7, S. 447–458.
- Ruhnka, John C.; Young, John E. (1987): A venture capital model of the development process for new ventures. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 2, H. 2, S. 167–184.
- Ruhnka, John C.; Young, John E. (1991): Some hypotheses about risk in venture capital investing. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 6, H. 2, S. 115–133.
- Saad, Kamal N.; Roussel, Philip A.; Tiby, Claus (1991): *Management der F&E Strategie*. Unter Mitarbeit von Tom Sommerlatte. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Sahlman, William A. (1990): The structure and governance of venture-capital organizations. In: *Journal of Financial Economics*, Jg. 27, H. 2, S. 473–521.
- Samila, Sampsa; Sorenson, Olav (2011): Venture capital, entrepreneurship, and economic growth. In: *The Review of Economics and Statistics*, Jg. 93, H. 1, S. 338–349.
- Sanner, Burkhard (26.-27. April 2012): *Recent Market Developments in Geothermal Heating & Cooling*. Veranstaltung vom 26.-27. April 2012. Copenhagen. Veranstalter: Renewable Heating and Cooling - European Technology Platform.
- Sapienza, Harry J. (1992): When do venture capitalists add value? In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 7, H. 1, S. 9–27. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/088390269290032M>.
- Schäcke, Mirco (zgl. Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2005): *Pfadabhängigkeit in Organisationen: Ursache für Widerstände bei Reorganisationsprojekten*. Berlin: Duncker & Humblot, 2006.
- Schefczyk, Michael (2004): *Erfolgsstrategien deutscher Venture Capital-Gesellschaften. Analyse der Investitionsaktivitäten und des Beteiligungsmanagements von Venture Capital-Gesellschaften*. 3. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Schefczyk, Michael; Gerpott, Torsten J. (2001): *Management Support for Portfolio Companies of Venture Capital Firms: An Empirical Study of German Venture Capital*

- Investments. In: *British Journal of Management*, Jg. 12, H. 3, S. 201–216. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8551.00194>.
- Schertler, Andrea (2002): Path dependencies in venture capital markets. (Kieler Arbeitspapiere, 1120).
- Schmidt, Reinhard H.; Terberger, Eva (1997): *Grundzüge der Investitions- und Finanzierungstheorie*. 4. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Schneeweiss, Hans (1967): *Entscheidungskriterien bei Risiko*: Springer-Verlag (6).
- Schneider, Cédric; Veugelers, Reinhilde (2010): On young highly innovative companies: why they matter and how (not) to policy support them. In: *Industrial and Corporate Change*, Jg. 19, H. 4, S. 969–1007. Online verfügbar unter <http://icc.oxfordjournals.org/content/19/4/969.abstract>.
- Schnell, Rainer; Hill, Paul B.; Esser, Elke (2008): *Methoden der empirischen Sozialforschung*. 8. Aufl. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Schulz, Rüdiger (2011): Energie aus der Tiefe: Geothermie. In: Renn, Jürgen; Schlögel, Robert; Zenner, Hans-Peter (Hg.): *Herausforderung Energie*. Ausgewählte Vorträge der 126. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e.V.: epubli GmbH (Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge, 1), S. 53–67.
- Schween, Karsten (1996): *Corporate Venture Capital. Risikokapitalfinanzierung deutscher Industrieunternehmen*. Wiesbaden: Gabler (Trends in Finance and Banking).
- Schwienbacher, Armin (January 2005): *An Empirical Analysis of Venture Capital Exits in Europe and the United States*. EFA 2002 Berlin Meetings Discussion Paper.
- Servatius, Hans-Gerd (1985): *Methodik des strategischen Technologie-Managements: Grundlage für erfolgreiche Innovationen*. Berlin: Erich Schmidt Verlag (technological economics, 13).
- SETIS - Strategic Energy Technologies Information System (Hg.) (16 Februar 2011): *Ocean Wave Energy*. European Commission. Online verfügbar unter <http://setis.ec.europa.eu/technologies/Ocean-wave-energy>.
- Sharpe, William F. (1964): Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. In: *The Journal of Finance*, Jg. 19, H. 3, S. 425–442.
- Shleifer, Andrei; Vishny, Robert W. (1997): A Survey of Corporate Governance. In: *The Journal of Finance*, Jg. 52, H. 2, S. 737–783.
- Siebenmorgen, Niklas; Weber, Elke U.; Weber, Martin (August 2000): *Communicating Asset Risk: How the format of historic volatility information affects risk perception and investment decisions*. Herausgegeben von Universität Mannheim. Sonderforschungsbereich 504 - Rationalitätskonzept, Entscheidungsverhalten und ökonomische Modellierung. (No. 00-38).
- Siegel, Robin; Siegel, Eric; MacMillan, Ian C. (1988): Corporate venture capitalists: Autonomy, obstacles, and performance. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 3, H. 3, S. 233–247.
- Simon, Herbert A. (1959): Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science. In: *The American Economic Review*, Jg. 49, H. 3, S. 253–283.

- Sitkin, Sim B.; Weingart, Laurie R. (1995): Determinants of risky decision-making behavior: A test of the mediating role of risk perceptions and propensity. In: *Academy of Management Journal*, Jg. 38, H. 6, S. 1573–1592.
- Solarserver (Hg.) (6. August 2009): Solar-Report. Dünnschicht-Photovoltaik vor dem Durchbruch. Online verfügbar unter http://www.solarserver.de/solarmagazin/download/duennschicht_pv_durchbruch_solar_report_0809.pdf.
- Söllner, Fritz (2012): Klassik. In: *Die Geschichte des Ökonomischen Denkens*: Springer Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch), S. 21–40.
- Sommer, Sarah (2013): Förderung zurückgedreht. Spanien bricht seine eigenen Solar-Gesetze. In: *Manager Magazin*, Jg. 2013, 15.11.2013.
- Sommerlatte, Tom; Deschamps, Jean-Philippe (1986): Strategisches Technologiemanagement – eine neue Schlüsselaufgabe der Unternehmen. In: Arthur D. Little International (Hg.): *Management im Zeitalter der Strategischen Führung*. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 39–76.
- Sorenson, Olav; Stuart, Toby E. (2001): Syndication Networks and the Spatial Distribution of Venture Capital Investments. In: *American Journal of Sociology*, Jg. 106, H. 6, S. 1546–1588.
- Specht, Günter; Beckmann, Christoph; Amelingmeyer, Jenny (2002): *F&E-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement*. 2. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Spence, A. Michael (1981): The learning curve and competition. In: *The Bell Journal of Economics*, S. 49–70.
- Staab, Jürgen (2011): *Erneuerbare Energien in Kommunen. Energiegenossenschaften gründen, führen und beraten*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Staw, Barry M. (1976): Knee-deep in the big muddy: A study of escalating commitment to a chosen course of action. In: *Organizational behavior and human performance*, Jg. 16, H. 1, S. 27–44.
- Staw, Barry M. (1981): The escalation of commitment to a course of action. In: *Academy of Management Review*, S. 577–587.
- Stefansson, Valgardur (2002): Investment cost for geothermal power plants. In: *Geothermics*, Jg. 31, H. 2, S. 263–272.
- Stinchcombe, Arthur L. (1965): Social Structure and Organizations. In: March, James G.; Cartwright, Dorwin (Hg.): *Handbook of organizations*: Rand McNally Chicago (62), S. 142–155.
- St-Pierre, Josée; Bahri, Moujib (2006): The use of the accounting beta as an overall risk indicator for unlisted companies. In: *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Jg. 13, H. 4, S. 546–561.
- Strategic Initiative for Ocean Energy - SI OCEAN (Hg.) (2012): *Ocean Energy - State of the Art*. Online verfügbar unter http://si-ocean.eu/en/upload/docs/WP3/Technology%20Status%20Report_FV.pdf.
- Sydow, Jörg; Schreyögg, Georg; Koch, Jochen (2009): Organizational path dependence: Opening the black box. In: *Academy of Management Review*, Jg. 34, H. 4, S. 689–709.

- Sykes, Hollister B. (1990): Corporate venture capital: Strategies for success. In: *Journal of Business Venturing*, Jg. 5, H. 1, S. 37–47.
- Tabachnick, Barbara G.; Fidell, Linda S. (2004): *Using multivariate statistics*. 4th edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Tausend, Christian (zgl. Dissertation Universität München, 2006): *Selektion von Venture Capital-Fonds durch institutionelle Investoren*. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl., 2006.
- The Carbon Trust (Hg.) (2006): *Future Marine Energy. Results of the Marine Energy Challenge: Cost competitiveness and growth of wave and tidal stream energy*. Unter Mitarbeit von John Callaghan und R. Boud.
- The European Wind Energy Association (EWEA) (Hg.) (2012): *Wind in power. 2011 European statistics*.
- The Oxford Handbook of Venture Capital (2012). Unter Mitarbeit von Douglas Cumming. New York: Oxford University Press, USA.
- Thorsteinsson, Hildigunnur H.; Tester, Jefferson W. (2010): Barriers and enablers to geothermal district heating system development in the United States. In: *Energy Policy*, Jg. 38, H. 2, S. 803–813.
- Tripsas, Mary; Gavetti, Giovanni (2000): Capabilities, cognition, and inertia: Evidence from digital imaging. In: *Strategic management journal*, Jg. 21, H. 10-11, S. 1147–1161.
- Tversky, Amos; Kahneman, Daniel (1981): The framing of decisions and the psychology of choice. In: *Science*, Jg. 211, H. 4481, S. 453–458.
- Twidell, John; Weir, Anthony D. (2006): *Renewable energy resources*. Online verfügbar unter <http://www.myilibrary.com?id=42248>.
- Tyebjee, Tyzoon T.; Bruno, Albert V. (Sep., 1984): A Model of Venture Capitalist Investment Activity. In: *Management Science*, Jg. 30, H. 9, S. 1051–1066.
- U.S. Department of Agriculture (USDA) - Foreign Agricultural Service (Hg.) (2012): *EU 27. Biofuels Annual. EU Biofuels Annual 2012*. Unter Mitarbeit von Bob Flach, Karin Bendz und Sabine Lieberz. (NL 2020).
- U.S. Department of Agriculture (USDA) - Foreign Agricultural Service (Hg.) (2013): *EU 27. Biofuels Annual. EU Biofuels Annual 2013*. Unter Mitarbeit von Bob Flach, Karin Bendz und Roswitha Krautgartner et al. (NL 3034).
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2010): *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010. Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency*. United Nations Environment Programme (UNEP). Online verfügbar unter <http://sefi.unep.org/english/globaltrends2010.html>.
- Unruh, Gregory C. (2000): Understanding carbon lock-in. In: *Energy Policy*, Jg. 28, H. 12, S. 817–830.
- Urban, Dieter; Mayerl, Jochen (2011): *Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung*. 4. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Utterback, James M.; Abernathy, William J. (1975): A dynamic model of process and product innovation. In: *Omega*, Jg. 3, H. 6, S. 639–656.
- van de Vrande, Vareska; Vanhaverbeke, Wim; Duysters, Geert (2011): Additivity and complementarity in external technology sourcing: The added value of corporate ven-

- ture capital investments. In: *Engineering Management, IEEE Transactions on*, Jg. 58, H. 3, S. 483–496.
- Vara, Whittington P. (2010): Risk-based new venture valuation technique. Herausgegeben von Center for Entrepreneurship & Innovation. University of Florida. Online verfügbar unter <http://sbaer.uca.edu/research/USASBE/2010/p25.pdf>.
- VDA - Verband der Automobilindustrie e.V. (2010): Clean Diesel. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter www.vda.de.
- VDA - Verband der Automobilindustrie e.V.: Wissmann: Deutsche Hersteller gewinnen erneut Marktanteile in USA. Prognose: US-Markt wächst 2011 um 11 Prozent – Modelloffensive der deutschen Marken mit Hybrid und C. Pressemitteilung vom 10.1.2011. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.vda.de/de/meldungen/archiv/2011/01/10/2640/>.
- Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. – VDB (Hg.) (Januar 2012): Fakten zu Bioethanol. Berlin. Online verfügbar unter www.biokraftstoffverband.de.
- Verein zur Förderung des Technologietransfers an der Hochschule Bremerhaven e.V. Umweltinstitut (TTZ) (Hg.) (2006): An integrated approach for biogas production with agricultural waste. Deliverable 4: Report on tendencies and future potentials in biogas utilisation. Final Version. Unter Mitarbeit von Wade M. Schories G. Bremerhaven. (AGROBIOGAS).
- Viger, Chantal; Ben-Amar, Walid; Curtola, A.; Anandarajan, Asokan (Februar 2002): The Impact of Going Concern Reporting Format on Investors' Decisions. Université du Québec à Montréal, Centre de recherche en gestion. (Working Paper, 05-2002).
- Vohrer, Philipp; Mühlhoff, Jörg; Müller, Alena; Nawroth, Clemens (2013): Erneuerbare Wärme. Klimafreundlich, wirtschaftlich, technisch ausgereift. Herausgegeben von Agentur für Erneuerbare Energien e.V.
- Vos, E. (1992): Differences in risk measurement for small unlisted businesses. In: *Journal of Small Business Finance*, Jg. 1, H. 3, S. 255–267.
- Weiber, R.; Mühlhaus, D. (2010): Strukturgleichungsmodellierung: Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS. In: *SmartPLS und SPSS*. Springer, Heidelberg.
- Weiner, Ara P.; Dalessio, Anthony T. (2006): Oversurveying. Causes, Consequences, and Cures. In: Kraut, Allen I. (Hg.): *Getting Action from Organizational Surveys*. New Concepts, Technologies, and Applications. 1. Aufl. San Francisco: Jossey-Bass (The Professional Practice Series), S. 294–311.
- Weiss, Martin; Junginger, H. M.; Patel, M. K. (2008): Learning energy efficiency: experience curves for household appliances and space heating, cooling, and lighting technologies.
- Wolfrum, Bernd (1994): *Strategisches Technologiemanagement*. 2. Aufl.: Gabler.
- World Energy Counsel (Hg.) (2010): *2010 Survey of Energy Resources*. London.
- World Wind Energy Association (WWEA) (Hg.) (2012): *Small Wind World Report 2012*. Bonn.
- Wüstenhagen, R.; Teppo, T. (October 2004): Do venture capitalists really invest in good industries? Risk-return perceptions and path dependence in the emerging European energy VC market. Risk, return and time as factors determining the emergence of

the European energy VC market. St. University of Gallen, Institute for Economy and the Environment. St. Gallen. (IWÖ Discussion Paper, 114).

Wüstenhagen, R.; Teppo, T. (2006): Do venture capitalists really invest in good industries? Risk-return perceptions and path dependence in the emerging European energy VC market. In: *International Journal of Technology Management*, Jg. 34, H. 1, S. 63–87.

Yelle, Louis E. (1979): The learning curve: Historical review and comprehensive survey. In: *Decision Sciences*, Jg. 10, H. 2, S. 302–328.

Zucker, Lynne G. (1987): Institutional theories of organization. In: *Annual review of sociology*, Jg. 13, S. 443–464.