



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Fachbereich Sozialökonomie
Gesellschaft der Freunde und Förderer des Fachbereichs Sozialökonomie e.V.

Bewerbung Finale 2017:
Die besten interdisziplinären Bachelorarbeiten

**Der Zusammenhang zwischen
CO₂-Emissionen und der Profitabilität**
Eine empirische Analyse des Energiesektors

Eingereicht von:
Frank, Brigitte

Kurzfassung der Bachelorarbeit

Ziele der Arbeit

Die vorliegende Bachelorarbeit untersucht den empirischen Zusammenhang zwischen der Umweltperformance (Corporate Environmental Performance, CEP) und der Finanzperformance (Corporate Financial Performance, CFP) im europäischen Stromsektor. Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, ob emissionsintensive Unternehmen finanziell von einer Verringerung ihrer CO₂-Emissionen profitieren. Die zu überprüfende These lautet entsprechend:

CO₂-intensive Unternehmen profitieren finanziell von einer Verringerung ihrer CO₂-Emissionen.

Vorgehen

Um dieses Ziel zu erreichen wird zunächst ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zum CEP-CFP Zusammenhang gegeben. Zu diesem Zweck werden diverse aktuelle Studien mit inhaltlich ähnlicher Ausrichtung herangezogen. Zur besseren Operationalisierbarkeit wird die forschungsleitende These konkretisiert und aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Literatur, in die folgenden beiden Hypothesen zu kurz- und langfristigen Effekten unterteilt:

Hypothese 1: Ceteris paribus, je größer die Verringerung der Scope-1-Emissionen eines emissionsintensiven Unternehmens ist, desto geringer ist seine kurzfristige Profitabilität.

Hypothese 2: Ceteris paribus, je größer die Verringerung der Scope-1-Emissionen eines emissionsintensiven Unternehmens ist, desto größer ist seine langfristige Profitabilität.

Zur Überprüfung der Hypothesen wird ein Paneldatensatz mit Finanz- und Umweltdaten von Thomson Reuters mit Hilfe einer multiplen linearen Regressionsanalyse untersucht. Die notwendigen ökonometrischen Modelle und Variablen werden aus der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur hergeleitet.

Die Profitabilität der Stromerzeuger wird dabei als abhängige Variable definiert und mittels der folgenden drei Rentabilitätskennzahlen operationalisiert: Gesamtkapitalrentabilität, Eigenkapitalrentabilität und Umsatzrendite. Die Umweltperformance der Stromerzeuger wird als unabhängige Variable definiert und durch die CO₂-Intensität operationalisiert. Um den Erklärungsgehalt des Modells zu verbessern, werden weitere Faktoren, die ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Profitabilität haben als Kontrollvariablen in das Modell integriert. Die verwendeten Kontrollvariablen sind: Unternehmensgröße, Finanzierungsrisiko, Umsatzwachstum und Kapitalintensität.

Inhalt

Die vorliegende Bachelorarbeit umfasst sechs Kapitel und ist wie folgt strukturiert:

In Kapitel zwei werden die theoretischen Grundlagen zur Operationalisierung der forschungsleitenden These geschaffen. Zu diesem Zweck sollen Antworten auf zwei zentrale Fragen gefunden werden. Diese lauten:

- 1) *Wann ist der Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP positiv/negativ?*
- 2) *Wie lassen sich CEP und CFP operationalisieren?*

Um diese Fragen zu beantworten, wird zunächst ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand zur Beziehung zwischen der CEP und der CFP gegeben. Dazu werden Studien mit inhaltlich ähnlicher Ausrichtung herangezogen. Die Darstellung konzentriert sich hierbei auf aktuelle Untersuchungen.

Im Anschluss folgt in Kapitel drei, unter Bezugnahme auf die bis hierhin gewonnenen Erkenntnisse, die Konkretisierung der forschungsleitenden These. Dabei wird diese, mit dem Ziel einer besseren Operationalisierbarkeit, in zwei Hypothesen unterteilt. Kurz- und langfristige Auswirkungen könnten sich voneinander unterscheiden, sodass diese separat betrachtet werden.

Im vierten Kapitel wird das Untersuchungsdesign vorgestellt und begründet. Dazu werden zunächst der gewählte Untersuchungsrahmen, die Datenbasis und der Stichprobenumfang beschrieben, um darauf aufbauend die gewählte Analysemethode sowie die für die Analyse genutzten ökonometrischen Modelle und Variablen ausführlich zu erläutern.

Das fünfte Kapitel widmet sich dann der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Dabei steht im Mittelpunkt des Erkenntnisinteresses, ob die formulierten Hypothesen verifiziert werden können.

Im sechsten und letzten Kapitel der Arbeit erfolgt ein Fazit, in welchem die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst werden. Abschließend wird die gesamte Arbeit kritisch reflektiert und Forschungsperspektiven werden aufgezeigt.

Ergebnisse

Die empirische Analyse des europäischen Stromsektors hat ergeben, dass eine Verringerung der CO₂-Intensität innerhalb des betrachteten Zeitraums (2002 bis 2015) sowohl kurz- als auch langfristig mit einer geringeren Profitabilität verbunden war.

Darüber hinaus hat die Analyse gezeigt, dass die Höhe der CO₂-Intensität kurzfristig einen stärkeren Einfluss auf die Rentabilitätskennzahlen hat als langfristig und sich stärker auf die Eigenkapitalrentabilität auswirkt als auf die Gesamtkapitalrentabilität oder die Umsatzrendite. Außerdem konnte für die Umsatzrendite ausschließlich ein kurzfristiger aber kein langfristiger Effekt festgestellt werden.

Diese Ergebnisse implizieren, dass eine höhere CO₂-Intensität auch langfristig mit einer höheren Profitabilität einhergeht, obwohl der CO₂-Ausstoß durch das Europäische Emissionshandelssystem für die Stromerzeuger mit Kosten verbunden ist. Mögliche Erklärungsansätze werden in einem zu geringen Preis für Emissionszertifikate, den gesunkenen Preisen für fossile Brennstoffe – Inputfaktor der Stromerzeugung – und in der Weitergabe von zusätzlichen Kosten an die Verbraucher gesehen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit stehen nur teilweise im Einklang mit der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur. Die Inkonsistenz der Ergebnisse ist aber möglicherweise auf Unterschiede im Untersuchungsrahmen und/oder in der Methodik zurückzuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Verringerung der CO₂-Intensität bei europäischen Stromerzeugern in der Vergangenheit sowohl kurz- als auch langfristig mit einer geringeren Profitabilität verbunden war. Fraglich ist allerdings, ob dies auch in Zukunft so bleiben wird, da die internationalen Klimaabkommen der letzten Jahre darauf hindeuten, dass die regulatorischen Maßnahmen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen in Zukunft weiter verschärft werden.

Universität Hamburg
Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Fachbereich Sozialökonomie
Schwerpunkt Volkswirtschaftslehre

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Arts (B.A.) in Sozialökonomie

Der Zusammenhang zwischen CO₂-Emissionen und der Profitabilität
– Eine empirische Analyse des Energiesektors

Erstgutachter: Prof. Dr. Grischa Perino
Professur für Volkswirtschaftslehre, insbes. Ökologische Ökonomie

Zweitgutachter: Prof. Dr. Timo Busch
Professur für Betriebswirtschaftslehre, insbes. Energie- und Umweltmanagement

Vorgelegt von:
Brigitte Frank

Hamburg, den 11.01.2017

Inhaltsverzeichnis

Anhangsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Symbolverzeichnis	V
1. Einleitung	1
2. Theoretischer Rahmen und Forschungsüberblick	2
2.1 Definitionen	3
2.2 Literaturüberblick: Theoretische Grundlagen	4
2.3 Literaturüberblick: Empirische Forschung	5
3. Hypothesenherleitung	8
4. Untersuchungsdesign	11
4.1 Untersuchungsrahmen, Datenbasis und Stichprobenauswahl	11
4.2 Methode	14
4.3 Variablen und Modell	14
5. Ergebnisse und Diskussion	20
6. Fazit	30
Literaturverzeichnis	VI
Anhang	32

Anhangsverzeichnis

Appendix 1: Ergebnisse der bivariaten Korrelation für $CEP_{(t-2)}$, $CEP_{(t-3)}$, $CEP_{(t-6)}$	32
Appendix 2: Regressionsergebnisse für Modell 5 - 7	33
Appendix 3: STATA Do-file	o.S.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stichprobenumfang	13
Tabelle 2: Definition der Variablen	19
Tabelle 3: Deskriptive Statistik	20
Tabelle 4: Häufigkeitsverteilung der Daten nach Staaten	21
Tabelle 5: Ergebnisse der bivariaten Korrelation	23
Tabelle 6: Regressionsergebnisse Modell 1-3	25
Tabelle 7: Regressionsergebnisse Modell 4	26

Abkürzungsverzeichnis

CEP	Corporate Environmental Performance, deutsch: Umweltperformance
CFP	Corporate Financial Performance, deutsch: Finanzperformance
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
ESG-Daten	Environmental, Social and Governance-Data, deutsch: Umwelt-, Sozial- und Governance-Daten
EU	Europäische Union
EU ETS	European Emission Trading System, deutsch: Europäisches Emissionshandelssystem
ICB	Industry Classification Benchmark
IFM Bonn	Institut für Mittelstandsforschung Bonn
ISO	International Organization for Standardization
ROA	Return on Assets, deutsch: Gesamtkapitalrentabilität
ROE	Eigenkapitalrentabilität
ROI	Return on Investment, deutsch: Kapitalrentabilität
ROIC	Return on Invested Capital, deutsch: Kapitalrentabilität
ROS	Return on Sales, deutsch: Umsatzrendite
VIF	Varianzinflationsfaktor
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resource Institute

Symbolverzeichnis

α	Unternehmensspezifische Regressionskonstante
β	Regressionskoeffizient
ε	Störgröße
i	i -tes Unternehmen
\ln	Natürlicher Logarithmus
p	p -Wert bzw. Signifikanzwert
R^2	Bestimmtheitsmaß der Regression
t	Bestimmtes Jahr in der Zeitreihe
n	Zeitverzögerung in Jahren
N	Anzahl der Beobachtungen in Firmenjahren

1. Einleitung

Obwohl die Forschung sich seit Jahrzehnten mit der Frage befasst, ob und wann Unternehmen von einer Reduzierung ihrer Umweltauswirkungen profitieren, konnte bisher keine allgemeingültige Antwort auf diese Frage gefunden werden. In der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur variieren die Ergebnisse diesbezüglich stark.

Es wird daher angenommen, dass die Ergebnisse zur Beziehung zwischen der Umweltperformance (Corporate Environmental Performance, CEP) und der Finanzperformance eines Unternehmens (Corporate Financial Performance, CFP) von dem gewählten Untersuchungsrahmen abhängen (Lewandowski, 2015; Hamann et al., 2013; Busch & Hoffmann, 2011).

Der Untersuchungsrahmen dieser Arbeit ist wie folgt konzipiert: Untersucht wird der Zusammenhang zwischen der Umweltperformance und der Finanzperformance für emissionsintensive Branchen, deren CO₂-Emissionen bereits reguliert werden. Als Untersuchungsgegenstand wurde daher der europäische Stromsektor gewählt. Es soll herausgefunden werden, ob ein positiver empirischer Zusammenhang zwischen der Reduzierung von CO₂-Emissionen und der Profitabilität besteht. Das Ziel dieser Arbeit ist somit die Überprüfung der folgenden These:

CO₂-intensive Unternehmen profitieren finanziell von einer Verringerung ihrer CO₂-Emissionen.

Relevant erscheint diese Analyse aufgrund der aktuellen Klimapolitik in der Europäischen Union (EU) und den damit einhergehenden Implikationen für die Energiewirtschaft. Die internationalen Klimaabkommen der letzten Jahre deuten darauf hin, dass die regulatorischen Maßnahmen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen in Zukunft weiter verschärft werden. Unklar bleiben allerdings Form und Ausmaß der zukünftigen Regulierung sowie die finanziellen Auswirkungen auf den Stromsektor. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können einen Beitrag leisten, diese Unsicherheit – zumindest in Bezug auf die finanziellen Auswirkungen – zu reduzieren und darüber hinaus einen zusätzlichen Anreiz für CO_{2e}-Einsparungen schaffen.

Um die forschungsleitende These auf systematische Art und Weise zu überprüfen, ist die Arbeit wie folgt strukturiert:

Im zweiten Kapitel sollen die theoretischen Grundlagen dafür geschaffen werden, die forschungsleitende These zu operationalisieren. Zu diesem Zweck sollen Antworten auf zwei zentrale Fragen gefunden werden. Diese lauten:

- 1) *Wann ist der Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP positiv/negativ?*
- 2) *Wie lassen sich CEP und CFP operationalisieren?*

Um diese Fragen zu beantworten, wird zunächst ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand zur Beziehung zwischen der CEP und der CFP gegeben. Dazu werden Studien mit inhaltlich ähnlicher Ausrichtung herangezogen. Die Darstellung konzentriert sich hierbei auf aktuelle Untersuchungen (z.B.: Brzobohatý & Janský, 2010; Alvarez, 2012; Iwata & Okada, 2011).

Im Anschluss folgt in Kapitel 3, unter Bezugnahme auf die bis hierhin gewonnenen Erkenntnisse, die Konkretisierung der forschungsleitenden These. Dabei wird diese, mit dem Ziel einer besseren Operationalisierbarkeit in zwei Hypothesen unterteilt. Kurz- und langfristige Auswirkungen könnten sich voneinander unterscheiden, sodass diese separat betrachtet werden.

Im vierten Kapitel wird das Untersuchungsdesign vorgestellt und begründet. Dazu werden zunächst der gewählte Untersuchungsrahmen, die Datenbasis und der Stichprobenumfang beschrieben, um darauf aufbauend die gewählte Analyseverfahren sowie die für die Analyse genutzten ökonometrischen Modelle und Variablen ausführlich zu erläutern.

Das fünfte Kapitel widmet sich dann der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Dabei steht im Mittelpunkt des Erkenntnisinteresses, ob die formulierten Hypothesen verifiziert werden können.

Im sechsten und letzten Kapitel der Arbeit erfolgt ein Fazit, in welchem die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst werden. Abschließend wird die gesamte Arbeit kritisch reflektiert und Forschungsperspektiven werden aufgezeigt.

2. Theoretischer Rahmen und Forschungsüberblick

Um zu überprüfen, ob ein positiver Zusammenhang zwischen der Umweltperformance und der Finanzperformance eines Unternehmens besteht, ist es notwendig im Vorfeld zu definieren, was unter der Umweltperformance beziehungsweise der Finanzperformance eines Unternehmens zu verstehen ist. Dazu werden im Folgenden zunächst die zentralen Begriffe dieser Arbeit erläutert und definiert. Anschließend wird ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zum Zusammenhang zwischen Umwelt- und Finanzperformance gegeben. Zu diesem Zweck werden diverse Studien mit inhaltlich ähnlicher Ausrichtung herangezogen. Die Erkenntnisse aus Kapitel 2 sollen die theoretische Grundlage für die darauf folgende Hypothesenherleitung bilden.

2.1 Definitionen

Definition: Corporate Environmental Performance

Die Corporate Environmental Performance (CEP) wird als ein mehrdimensionales Konzept beschrieben (Trumpp & Guenther, 2015), das sowohl prozessbasiert als auch ergebnisbasiert bemessen werden kann (Busch & Hoffmann, 2011). Während sich der prozessbasierte Ansatz vorwiegend auf die Messung interner Bemühungen des Managements und auf eingeleitete Maßnahmen in Bezug auf negative ökologische Auswirkungen des Unternehmens bezieht, befasst sich der ergebnisbasierte Ansatz ausschließlich mit den tatsächlichen Ergebnissen des Umweltmanagements, also der messbaren Verringerung der Umweltauswirkungen (Busch & Hoffmann, 2011; Trumpp & Guenther, 2015).

Im Rahmen dieser Arbeit konzentriert sich die Betrachtung der CEP auf den ergebnisbasierten Ansatz und definiert die CEP entsprechend als „measurable results of an organization's management of its environmental aspects“ (ISO, 1999, S. 5).

Innerhalb des ergebnisbasierten Ansatzes gilt es, zwischen verschiedenen Bemessungsarten zu differenzieren, da sich die Geschäftstätigkeit von Unternehmen auf unterschiedliche Weise negativ auf die Umwelt auswirken kann, zum Beispiel durch den Ausstoß von Treibhausgasemissionen, Abfall, Luftverschmutzung oder die Verunreinigung von Gewässern (Trumpp & Guenther, 2015). Diese Arbeit beschränkt sich bei der Bemessung der CEP ausschließlich auf die Betrachtung von Treibhausgasemissionen.

Zu den Treibhausgasen zählen laut Kyoto-Protokoll folgende Verbindungen: Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid, halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, Fluorkohlenwasserstoffe, perfluorierte Kohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid (Umweltbundesamt, a). Da die verschiedenen Treibhausgase unterschiedliche Klimarelevanz besitzen (Delmas et al., 2015), werden zur Bemessung vergleichbare CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) verwendet. Die Berechnung von CO₂-Äquivalenten basiert auf dem Erderwärmungspotential (Global Warming Potential) des jeweiligen Treibhausgases (Delmas et al., 2015).

Definition: Corporate Financial Performance

Die Corporate Financial Performance (CFP) wird von Trumpp und Guenther (2015) mit Bezug auf Hamann et al. (2013) als mehrdimensionales Konstrukt beschrieben, das in den folgenden vier Dimensionen bemessen werden kann: Liquidität, Rentabilität, Wachstum und Marktperformance. Im Rahmen dieser Arbeit konzentriert sich die Betrachtung der CFP auf die Rentabilität und definiert die CFP als „economic outcomes resulting from the interplay among an organization's attributes, actions, and environment“ (Combs et al., 2005, S. 261).

2.2 Literaturüberblick: Theoretische Grundlagen

In den vergangenen Jahrzehnten wurde der Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP bereits in zahlreichen Studien untersucht. Viele dieser Studien nutzen die Porter-Hypothese, die Ressourcentheorie oder aber neoklassische Ansätze als theoretische Grundlage für die Analyse des Zusammenhangs (z.B.: Fujii et al., 2013; Ambec & Lanoie, 2008; Busch & Hoffmann, 2011; Delmas et al., 2015; King & Lenox, 2001). Sowohl die Porter-Hypothese als auch die Ressourcentheorie gehen davon aus, dass Schadstoffe mit der ineffizienten Nutzung von Ressourcen verbunden sind und eine Verbesserung der CEP zu Wettbewerbsvorteilen führt, die sich positiv auf die CFP auswirken können (Ambec & Lanoie, 2008). So habe ein Unternehmen durch eine Verringerung seiner Umweltauswirkungen die Möglichkeit, seine Einnahmen zu steigern und/oder seine Kosten zu senken und so seine CFP zu erhöhen (ebd.). Potentiale zur Kostenminimierung werden vor allem in der Reduzierung von Material- und Energiekosten sowie in geringeren Ausgaben für die Beseitigung von Umweltauswirkungen gesehen (Porter & van der Linde, 1995; King & Lenox, 2001; Fujii et al., 2013). Darüber hinaus könne eine verbesserte Kapazitätsauslastung die Produktivität erhöhen und so zu höheren Einnahmen führen (ebd.).

Während die Ressourcentheorie den Wettbewerbsvorteil auf den Besitz und die bessere Verwertung von strategisch wertvollen Ressourcen innerhalb des Unternehmens zurückführt (Barney, 1991), geht die Porter-Hypothese davon aus, dass die richtige Gestaltung umweltpolitischer Maßnahmen, Produkt- und Prozessinnovationen bewirken kann, die wiederum zu Wettbewerbsvorteilen führen (Porter & van der Linde, 1995). Ob der Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP auf regulatorische Maßnahmen oder auf den Besitz beziehungsweise die Verwertung unternehmensspezifischer Ressourcen zurückzuführen ist, erscheint an dieser Stelle nicht relevant, weshalb von einer näheren Erläuterung der Theorien abgesehen wird.

Den Gegenpol zu diesen beiden Theorien bildet die Neoklassik. Sie sieht die Beziehung zwischen der CEP und der CFP als Trade-off (Friedman, 1970; Ambec & Lanoie, 2008; Fujii et al., 2013; Busch & Hoffmann, 2011). Wenn ein Unternehmen in Aktivitäten zur Reduzierung seiner Umweltauswirkungen investiere, seien diese Investitionen als zusätzliche Kosten für unproduktive Tätigkeiten anzusehen. Entsprechende Maßnahmen würden die Profitmaximierung und somit auch die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen (ebd.). Die Wahrnehmung von Corporate Social Responsibility (CSR) sei somit nicht im Sinne des Unternehmens (Friedman, 1970). Friedman (1970) beschreibt die Verantwortung eines Unternehmens gegenüber der Gesellschaft stattdessen wie folgt:

„...there is one and only one social responsibility of business – to use its resources and engage in activities designed to increase its profits so long as it stays within the rules of the game, which is to say, engages in open and free competition without deception or fraud.“

(Friedman, 1970, S. 126)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Umweltschutzmaßnahmen aus neoklassischer Perspektive als Kostenfaktor wahrgenommen werden, die die Profitmaximierung und somit auch die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen (Ambec & Lanoie, 2008). Der Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP sei somit negativ. Vertreter der Porter-Hypothese und der Ressourcentheorie begreifen Umweltverschmutzung hingegen als eine ineffiziente Nutzung von Ressourcen, entsprechend könne eine Verbesserung der CEP positive Auswirkungen auf die CFP haben (ebd.).

2.3 Literaturüberblick: Empirische Forschung

Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP

Auf Basis dieser theoretischen Annahmen haben zahlreiche Studien den empirischen Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP untersucht und kamen dabei zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen (Lewandowski, 2015; Margolis et al., 2007; Horváthová, 2010). Ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit, wird nachfolgend ein kurzer Überblick über einige der relevanten Studien und ihre Ergebnisse gegeben.

Brzobohatý und Janský (2010) untersuchten den Zusammenhang für 125 tschechische Unternehmen während der ersten Phase des europäischen Emissionshandelssystems (EU ETS). Ihren Berechnungen zufolge führe eine Reduzierung der CO_{2e}-Intensität zu einem Anstieg der Einnahmen und Kosten. Die Auswirkungen auf den Profit blieben allerdings unklar.

Anders verhält es sich bei der Studie von Alvarez (2012). Sie untersucht die Auswirkung der Veränderung¹ von absoluten CO_{2e}-Emissionen auf ROA² und ROE³ für die Jahre 2006 bis 2010. Ihre Stichprobe umfasst 89 Unternehmen weltweit. Ihre Ergebnisse zeigen, dass eine Verringerung der CO_{2e}-Emissionen von 2006 auf 2007 einen statistisch signifikanten, negativen Einfluss auf die ROA im Jahr 2007 hatte. Für die Jahre 2008 bis 2010 konnte hingegen kein statistisch signifikanter Effekt auf ROA oder ROE identifiziert werden.

¹ Es wurden sowohl positive als auch negative Veränderungen in der Studie berücksichtigt.

² Return on Assets (deutsch: Gesamtkapitalrentabilität)

³ Return on Equity (deutsch: Eigenkapitalrentabilität)

Iwata und Okada (2011) untersuchten für die Jahre 2004 bis 2008 die Auswirkungen von CO_{2e}-Intensität auf diverse Rentabilitätskennzahlen (ROE, ROA, ROS⁴, ROIC⁵ und ROI⁶) sowie auf Tobin's q. Ihre Stichprobe umfasst 268 japanische Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe. Während sie für emissionsarme Branchen einen signifikanten, positiven Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP feststellen, zeigen ihre Berechnungen keine signifikanten Effekte für emissionsintensive Branchen.

Diverse Meta-Studien zeigen, dass die Mehrheit der aktuellen empirischen Studienergebnisse zwar auf eine positive Beziehung zwischen der CEP und der CFP schließen lassen (z.B.: Bassen et al., 2016; Lewandowski, 2015; Horváthová, 2010; Orlitzky et al., 2003), doch variieren die Ergebnisse diesbezüglich zu stark, als dass ein positiver Zusammenhang als erwiesen angesehen werden könnte (Günther et al., 2011). Es wird angenommen, dass die Unterschiede in den Ergebnissen auf heterogene Untersuchungsrahmen und die uneinheitliche Operationalisierung der CEP und der CFP zurückzuführen sind (Lewandowski, 2015; Hamann et al., 2013; Busch & Hoffmann, 2011).

Unterschiede in der Operationalisierung der CFP

Viele Studien operationalisieren die CFP entweder durch Rentabilitätskennzahlen (z.B.: Alvarez, 2012; Tatsuo, 2010) oder durch Finanzmarktkennzahlen (z.B.: Nishitani & Kokubu, 2012). Die meisten kombinieren aber beide (z.B.: Pogutz & Russo, 2009; Delmas & Nairn-Birch, 2010; Busch & Hoffmann, 2011; Iwata & Okada, 2011). Rentabilitätskennzahlen und Finanzmarktkennzahlen sind keine Substitute und untersuchen somit unterschiedliche Aspekte (Delmas et al., 2015).

Rentabilitätskennzahlen beschreiben die Finanzperformance einer zurückliegenden Periode. Finanzmarktkennzahlen bilden hingegen die Erwartungen der Anleger in Bezug auf die zukünftige Rentabilität des Unternehmens ab (Bassen et al., 2016).

Studien, die Finanzmarktkennzahlen verwenden, decken sich weitestgehend in ihren Ergebnissen und stellen eine positive Beziehung zwischen der CEP und der CFP fest (z.B.: Nishitani & Kokubu, 2012; Delmas & Nairn-Birch, 2010). Eine Verringerung der Umweltauswirkungen gehe somit mit einer besseren CFP einher (Lewandowski, 2015). Auf Basis von Rentabilitätskennzahlen sei der Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP aber nach wie vor unklar (ebd.).

⁴ Return on Sales (deutsch: Umsatzrendite)

⁵ Return on Invested Capital (deutsch: Kapitalrentabilität)

⁶ Return on Investment (deutsch: Kapitalrentabilität)

Unterschiede in der Operationalisierung der CEP

Wie in Kapitel 2.1 bereits erwähnt, ist die CEP ein mehrdimensionales Konzept und kann auf unterschiedliche Weise operationalisiert und bemessen werden. Lewandowski (2015) stellt in seiner systematischen Literaturanalyse fest, dass empirische Studien, trotz einer einheitlichen CEP-Operationalisierung auf Basis von CO_{2e}-Emissionen, in zwei Punkten zentrale Unterschiede aufweisen: (1) Der Umfang der CO_{2e}-Emissionen, der in der Analyse berücksichtigt wird (direkte und/oder indirekte Emissionen) und (2) die Art der Bemessung von CO_{2e}-Emissionen (absolute Menge oder Verhältnis).

Da beide Punkte die Untersuchungsergebnisse erheblich beeinflussen können (Lewandowski, 2015), sind sie von zentraler Bedeutung für die empirische Analyse in Kapitel 4 und werden deshalb im Folgenden näher erläutert.

Der Umfang der CO_{2e}-Emissionen:

Emissionen werden entsprechend dem Greenhouse Gas Protocol in drei Kategorien, sogenannte „Scopes“ unterteilt (WRI & WBCSD, 2004). Scope 1 umfasst ausschließlich Emissionen, die vom Unternehmen direkt verursacht werden. Scope 2 umfasst ausschließlich indirekte Emissionen, die durch die Erzeugung der erworbenen Energie entstanden sind. Scope 3 umfasst alle anderen indirekten Emissionen entlang der Wertschöpfungskette eines Unternehmens (ebd.).

Die Branche ist in der Regel ein guter Indikator dafür, wie sich die Gesamtemissionen eines Unternehmens zusammensetzen. Während die Scope-1-Emissionen im Stromsektor durchschnittlich einen Anteil von 92% der Gesamtemissionen ausmachen, beträgt ihr Anteil in anderen Branchen im Durchschnitt nur 14% (Matthews et al., 2008). Entsprechend seien Scope-1-Emissionen nur für Energieversorger und andere emissionsintensive Industrien als angemessene Approximation der CEP geeignet (Lewandowski, 2015).

Die Art der Bemessung von CO_{2e}-Emissionen:

CO_{2e}-Emissionen können entweder als relative oder als absolute Größe quantifiziert werden. Das Verhältnis aus den absoluten CO_{2e}-Emissionen und einer betriebswirtschaftlichen Kennzahl – wie beispielsweise dem Umsatz – entspricht der CO_{2e}-Intensität (Hoffmann & Busch, 2008). Sie beschreibt, wie viel CO_{2e} ein Unternehmen emittiert, um eine monetäre Einheit der jeweiligen betriebswirtschaftlichen Kennzahl zu generieren. Die CO_{2e}-Intensität veranschaulicht somit, wie stark die Wertschöpfung eines Unternehmens vom CO_{2e}-Ausstoß abhängt (ebd.). Darüber hinaus bezieht die CO_{2e}-Intensität im Gegensatz zur absoluten

Emissionsmenge sowohl volks- als auch betriebswirtschaftliche Veränderungen⁷ ein, die dazu führen können, dass die Höhe der betriebswirtschaftlichen Kennzahl und/oder die Menge der absoluten CO_{2e}-Emissionen im Zeitverlauf variiert (ebd).

Unterschiede im Untersuchungsrahmen

Weitere Punkte, in denen sich viele der Studien voneinander unterscheiden, sind die Art und der Umfang der Stichprobe. So treffen viele der aktuellen Studien keine branchenspezifische Auswahl in ihren Stichproben, sondern selektieren die Unternehmen anhand ihrer Größe, ihres Umsatzes oder ihrer Emissionsintensität (z.B.: Busch & Hoffmann, 2011; Trumpp & Guenther, 2015; Brzobohatý & Janský, 2010). Die Ausnahme bilden einige japanische Studien, die sich meist auf das verarbeitende Gewerbe beschränken (z.B.: Fujii et al., 2013; Hatakeda et al., 2012; Iwata & Okada, 2011). Wie bereits beschrieben, bestehen starke branchenspezifische Unterschiede in Bezug auf den Umfang direkter und indirekter Emissionen, die bei der Operationalisierung der CEP und einer entsprechenden Scope-Wahl berücksichtigt werden sollten (Lewandowski, 2015). Umfasst die Stichprobe unterschiedliche Branchen, erschwert dieser Umstand eine angemessene Operationalisierung der CEP. Lewandowski (2015) und Horváthová (2010) sehen zukünftige Forschungsperspektiven deshalb vor allem in der Konzentration auf branchenspezifische Analysen.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bereits viel empirische Forschung zum Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP existiert. Während sich die Ergebnisse auf Basis von Finanzmarktkennzahlen weitestgehend decken, bleibt der Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP auf Basis von Rentabilitätskennzahlen aber weiterhin unklar. Bisher existieren kaum Studien, die den Zusammenhang zwischen Rentabilitätskennzahlen und CO_{2e}-Daten über mehrere Jahre hinweg untersuchen. Die Ergebnisse für Rentabilitätskennzahlen könnten aber von den Ergebnissen für Finanzmarktkennzahlen abweichen, zum Beispiel, wenn Investoren Rentabilitätssteigerungen aufgrund von einer Verbesserung der CEP erwarten, diese aber nicht eintreten (Delmas et al., 2015).

3. Hypothesenherleitung

Der Literaturüberblick hat gezeigt, dass die grundlegenden theoretischen Konzepte ent-

⁷ Beispiele für volks- und betriebswirtschaftliche Veränderungen, die die Höhe der CO_{2e}-Emissionen oder die betriebswirtschaftliche Kennzahl beeinflussen können, sind Konjunkturschwankungen, Unternehmensakquisitionen oder Prozess-Outsourcing (Bassen et al., 2016).

weder von einem rein positiven (Porter-Hypothese und Ressourcentheorie) oder von einem rein negativen Zusammenhang (Neoklassik) zwischen der CEP und der CFP ausgehen (Trumpp & Guenther, 2015). Während die Forschung sich anfangs darauf konzentriert hat, herauszufinden, *ob* Unternehmen von einer Verbesserung ihrer CEP profitieren, wird nun vermehrt untersucht, *welche* Unternehmen profitieren und *wann* sie profitieren (Busch & Hoffmann, 2011). Der Fokus der Forschung hat sich entsprechend verlagert und es wird vermutet, dass die Beziehung zwischen der CEP und der CFP komplexer ist, als rein positiv oder negativ (Trumpp & Guenther, 2015).

Welche Unternehmen profitieren von einer Verbesserung der CEP?

Unternehmen können sich in vielerlei Hinsicht voneinander unterscheiden. Zum Beispiel in Bezug auf die Größe, den Umsatz, die Branche, ihre Ressourcen, die Art ihrer Umweltauswirkungen und ihre Emissionsintensität. Entsprechend sind auch Unterschiede in Bezug auf Stakeholdererwartungen, regulatorische Risiken sowie Kostensenkungspotentiale vorhanden (Busch & Hoffmann, 2011). All diese Unterschiede beeinflussen die Beziehung zwischen der CEP und der CFP (Busch & Hoffmann, 2011). Kosten und Nutzen der CEP hängen dabei vor allem von der Verschmutzungsart sowie von der Zusammensetzung der Gesamtemissionen ab (Fujii et al., 2013).

Für Unterschiede in der Emissionsart beziehungsweise dem Emissionsniveau stellen Lou und Tang (2014) fest, dass indirekte (Scope 2) Emissionen einen geringeren Einfluss auf die CFP haben als direkte (Scope 1) Emissionen. Dafür seien vor allem zwei Gründe ausschlaggebend: (1) Während sich indirekte (Scope 2) Emissionen durch einen einfachen Lieferantenwechsel – und somit sehr kostengünstig – reduzieren ließen, könnten direkte Emissionen nur durch investitionsintensive technologische Veränderungen innerhalb des Produktionssystems erreicht werden (Lewandowski, 2015). (2) Indirekte (Scope 2) Emissionen unterlägen in der Regel keiner Regulierung (Lou & Tang, 2013).

Emissionsintensive Unternehmen mit hohen direkten (Scope 1) Emissionen hätten somit ein deutlich höheres Risiko reguliert zu werden und zudem wäre die Emissionsvermeidung sehr kostenintensiv, sodass ihre CEP – im Vergleich zu Unternehmen mit geringem Emissionsniveau oder hohen indirekten Emissionen – einen stärkeren Einfluss auf ihre CFP habe. Demzufolge wäre die CEP-CFP-Beziehung für emissionsintensive Unternehmen, mit hohen Scope-1-Emissionen negativ.

Ambec und Lanoie (2008) kommen hingegen zu dem Ergebnis, dass insbesondere Unternehmen in stark regulierten Bereichen finanziell von einer Verringerung ihrer Emissionen profitieren können, vor allem wenn marktbasierende Regulierungsinstrumente genutzt würden. Sie stützen sich dabei auf die Porter-Hypothese.

Wann profitieren Unternehmen von einer Verbesserung der CEP?

Diverse Meta-Analysen zeigen, dass die Mehrheit aktueller empirischer Studien eine positive Beziehung zwischen der CEP und der CFP feststellen (z.B.: Bassen et al., 2016; Lewandowski, 2015; Horváthová, 2010; Orlitzky et al., 2003). Vor allem Studien, die die CFP mittels Finanzmarktkennzahlen wie Tobin's q operationalisieren, stellen eine positive Beziehung fest, sodass eine Verringerung der Umweltauswirkungen mit einer besseren CFP einhergeht (Lewandowski, 2015).

Finanzmarktkennzahlen bilden die Erwartungen der Anleger in Bezug auf die zukünftige Rentabilität des Unternehmens ab und werden im Kontext der CEP-CFP-Beziehung vor allem genutzt, um langfristige Effekte zu untersuchen (Bassen et al., 2016). Daraus wird deutlich, dass Unterschiede zwischen dem kurz- und dem langfristigen Zusammenhang vermutet werden (Delmas et al., 2015).

Während Hart und Ahuja (1996) zu dem Ergebnis kommen, dass Emissionsverringerungen schon innerhalb von ein bis zwei Jahren positive Auswirkungen auf die CFP haben, wird in der Regel angenommen, dass Unternehmen vorwiegend langfristig von der Reduzierung ihrer Umweltauswirkungen profitieren können. Begründet wird diese Annahme damit, dass die Reduzierung von Umweltauswirkungen zunächst zusätzliche Kosten in nicht-produktive Aktivitäten erfordert (Beispiel: Ausgaben für Forschung und Entwicklung), die sich – wenn überhaupt – erst später auszahlen (Brzobohatý & Janský, 2010; Busch & Hoffmann, 2011). Zudem seien „low hanging fruits“ – wie sie in anderen Bereichen existieren – bei der Reduzierung von Scope-1-Emissionen eher unwahrscheinlich (Hart & Ahuja, 1996). Darüber hinaus seien einige Veränderungen grundsätzlich nur langfristig umsetzbar (Brzobohatý & Janský, 2010; Busch & Hoffmann, 2011).

Mit Bezug auf die Erkenntnisse von Lou und Tang (2014), die zu dem Ergebnis kommen, dass eine Verbesserung der CEP insbesondere bei emissionsintensiven Unternehmen mit hohen direkten (Scope 1) Emissionen negative Auswirkungen auf die CFP hat, wird folgende Hypothese angeführt:

Hypothese 1: Ceteris paribus, je größer die Verringerung der Scope-1-Emissionen eines emissionsintensiven Unternehmens ist, desto geringer ist seine kurzfristige Profitabilität.

Langfristig ist mit Bezug auf Ambec und Lanoie (2008) hingegen anzunehmen, dass Unternehmen in stark regulierten Bereichen finanziell von einer Verringerung ihrer Emissionen profitieren können, vor allem wenn marktbasierende Regulierungsinstrumente genutzt werden.

Begründet wird diese Annahme damit, dass ein Unternehmen durch eine Verringerung seiner Umweltauswirkungen die Möglichkeit habe, seine Kosten zu senken und so seine CFP zu erhöhen (Ambec & Lanoie, 2008). Potentiale zur Kostenminimierung werden vor allem in der Reduzierung von Inputfaktoren sowie in geringeren Ausgaben für Emissionszertifikate gesehen (King & Lenox, 2001; Fujii et al., 2013; Delmas et al, 2015). Da aber zunächst investitionsintensive technologische Veränderungen notwendig sind, lassen sich positive finanzielle Effekte nur langfristig realisieren. Entsprechend wird folgende Hypothese angeführt:

Hypothese 2: Ceteris paribus, je größer die Verringerung der Scope-1-Emissionen eines emissionsintensiven Unternehmens ist, desto größer ist seine langfristige Profitabilität.

4. Untersuchungsdesign

Das Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, ob CO_{2e}-intensive Branchen finanziell von einer Reduzierung ihrer CO_{2e}-Emissionen profitieren. Zum Zweck einer besseren Operationalisierbarkeit wurde die forschungsleitende These in Kapitel 3 konkretisiert und in zwei Hypothesen zu kurz- und langfristigen Effekten unterteilt. In diesem Kapitel geht es darum zu klären, mit welcher Methode und anhand welcher Daten, Hypothese 1 und 2 überprüft werden.

4.1 Untersuchungsrahmen, Datenbasis und Stichprobenauswahl

Untersuchungsrahmen

Der Untersuchungsrahmen dieser Arbeit ist wie folgt begrenzt: Untersuchungsgegenstand ist der europäische Energiesektor, explizit: die Gesamtheit der europäischen Stromerzeuger. Vier Gründe sind für diese Wahl ausschlaggebend: (1) Der Energiesektor gilt als emissionsintensive Branche, mit relativ einheitlicher Emissionsstruktur (vorwiegend Scope-1-Emissionen). (2) Innerhalb der EU unterliegt die Energiewirtschaft der marktbasierteren Regulierung durch das EU ETS. Dies soll einen einheitlichen regulatorischen Rahmen gewährleisten. (3) Seit der dritten Handelsperiode des EU ETS (2013-2020) müssen Stromerzeuger die Emissionszertifikate vollständig kostenpflichtig ersteigern und erhalten im Gegensatz zu Energieanlagen für die Wärmeproduktion keine kostenlose Zuteilung mehr (Umweltbundesamt, b). Entsprechend ist der Ausstoß von CO_{2e}-Emissionen für die Stromerzeuger schon jetzt mit zusätzlichen Kosten verbunden. (4) Nur wenige Studien haben sich bislang dem Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP im Stromsektor gewidmet.

Neben einer Begrenzung auf den europäischen Stromsektor, wird der Untersuchungs-

rahmen auf die Analyse der kausalen Effekte der CEP auf die CFP beschränkt. Von zentralem Interesse ist die Frage: Welche Auswirkung hat eine Verringerung der CO_{2e}-Emissionen auf die Profitabilität? Die Untersuchung einer gegensätzlichen oder wechselseitigen Beziehung ist nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Datenbasis

Für die empirische Analyse des Zusammenhangs zwischen der CEP und der CFP im europäischen Stromsektor wird ein Paneldatensatz von Thomson Reuters Datastream verwendet.

Paneldaten zeichnen sich dadurch aus, dass Daten über mehrere Perioden von den gleichen Merkmalsträgern gesammelt werden. Die Paneldatenstruktur ermöglicht es somit, kausale Beziehungen durch zeitversetzte Daten zu operationalisieren (Wagner, 2010).

Thomson Reuters Datastream ist – nach eigenen Angaben – der weltweit größte Anbieter für Markt- und Finanzdaten und stellt Informationen aus 175 Staaten zur Verfügung (Thomson Reuters, a). Darüber hinaus beinhaltet der Datensatz auch umfangreiche Umwelt-, Sozial- und Governance-Daten (Environmental, Social and Governance-Data, ESG-Daten). Alle ESG-Daten stammen aus öffentlich zugänglichen Quellen wie Nachhaltigkeitsberichten und Firmenwebsites (Thomson Reuters, b). Die Informationen sind standardisiert und somit vergleichbar und unterliegen strengen Qualitätsstandards (ebd.). Die Umweltdaten umfassen neben vielen weiteren Informationen auch CO_{2e}-Emissionsdaten.

Stichprobenauswahl

Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der Datenbasis sowie des Stichprobenumfangs. Der ursprüngliche Datensatz umfasst Beobachtungen zu 174 Stromerzeugern aus 34 Staaten weltweit über einen Zeitraum von 14 Jahren (2002 bis 2015). Entsprechend des zuvor definierten Untersuchungsrahmens, werden ausschließlich die Daten herkömmlicher und alternativer Stromerzeuger aus EU-Staaten für die Analyse genutzt. Dies soll einen einheitlichen regulatorischen Rahmen gewährleisten. Die Merkmalsträger werden gemäß dem Industry Classification Benchmark (ICB, 2012) wie folgt definiert:

Herkömmliche Stromerzeuger sind „Firmen, die Strom durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie z. B. Kohle, Erdöl und Erdgas und mittels Atomenergie erzeugen und vertreiben.“

Alternative Stromerzeuger sind „Firmen, die Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugen und vertreiben. Einschließlich Firmen, die Solar-, Wasser- und Wind-energie sowie geothermische Energie erzeugen.“

(ICB, 2012: 5)

Die Definition der Merkmalsträger macht deutlich, dass es sich trotz der sektoralen Be-

grenzung, um sehr heterogene Unternehmen handelt – vor allem in Bezug auf den Ausstoß von CO_{2e}-Emissionen. So verursachen alternative Stromerzeuger ebenso wie Atomkraftwerke im Gegensatz zu den übrigen herkömmlichen Stromerzeugern sehr geringe CO_{2e}-Emissionen. Eine weitere Begrenzung des Untersuchungsrahmens erscheint jedoch nicht sinnvoll, da sich dies negativ auf die Anzahl der Beobachtungen auswirken würde.

Neben einer regionalen und sektoralen Begrenzung werden außerdem zehn Unternehmen aus der Stichprobe entfernt, für die keine Scope-1-Daten vorliegen. Die finale Stichprobe umfasst damit 18 Unternehmen aus 10 EU-Staaten für die Jahre 2002 bis 2015.

Tabelle 1: Stichprobenumfang

Beschreibung	Staaten	Unternehmen
Umfang des gesamten Datensatzes	34	174
Umfang an Daten aus der EU	11	28
Finale Stichprobe	10	18

Allerdings weist auch der finale Stichprobenumfang Datenlücken auf. Insbesondere für die Jahre 2002 bis 2005 und das Jahr 2015 liegen für fast alle der Unternehmen keine Scope-1-Daten vor. Ein möglicher Erklärungsansatz für die fehlenden Daten zu den Jahren 2002 bis 2005 ist, dass die erste Phase des EU ETS erst im Jahr 2005 begonnen hat und die Unternehmen vorher möglicherweise keine CO_{2e}-Berichterstattung veröffentlicht haben. Während für das Jahr 2015 höchstwahrscheinlich Daten berichtet wurden, diese aber möglicherweise größtenteils noch nicht von Thomson Reuters verarbeitet wurden.

Für die Jahre 2006 bis 2014 schwankt die Anzahl der berichteten Scope-1-Daten pro Unternehmen ebenfalls stark und bewegt sich zwischen einem und neun Firmenjahren. Je nach Analysemodell bemisst sich die Anzahl der Beobachtungen daher auf 53, 69 und 115 Firmenjahre. Der vergleichsweise kleine Stichprobenumfang, lässt sich einerseits durch die geringe Anzahl berichteter Scope-1-Emissionen erklären sowie andererseits durch die Struktur des Stromsektors. Der Stromsektor besteht im Vergleich zu anderen Sektoren im Durchschnitt aus größeren Unternehmen. Gleichzeitig ist die Anzahl der Unternehmen deutlich geringer (IFM Bonn, 2012).

Innerhalb der Stichprobe konnten darüber hinaus auffällige Beobachtungen festgestellt werden. Diese sogenannten Ausreißer liegen außerhalb des Streuungsbereichs der anderen Werte und können dadurch die Ergebnisse verzerren. Ausreißer werden häufig als Messfehler interpretiert und entsprechend standardisiert oder aus der Stichprobe ausgeschlossen. Von beidem wird in dieser Arbeit aus folgenden Gründen abgesehen: (1) Eine angemessen

Beurteilung, ob es sich bei den Ausreißern tatsächlich um Messfehler handelt oder ob die auffälligen Beobachtungen auf unberücksichtigte Einflussfaktoren oder die heterogenen Merkmalsträger zurückzuführen sind, ist auf Basis des geringen Stichprobenumfangs nicht möglich. (2) Ein Ausschluss der auffälligen Beobachtungen würde den ohnehin schon geringen Stichprobenumfang weiter reduzieren.

4.2 Methode

Zur Überprüfung der forschungsleitenden Hypothesen werden multiple lineare Regressionen genutzt. Hierzu wird die Methode der kleinsten Quadrate (Ordinary-Least-Squares, OLS) angewendet.

Aufgrund der Paneldatenstruktur muss im Vergleich zur Analyse von Zeitreihen- oder Querschnittsdaten ein verfeinerter Schätzansatz für die Regressionen genutzt werden (Delmas et al., 2015). Im Kontext dieser Arbeit bietet sich das fixed-effects-Modell an. Ausschlaggebend für die Wahl dieses Schätzers waren drei Aspekte: (1) Der Stichprobenumfang umfasst wie in Kapitel 4.1 beschrieben sehr heterogene Stromerzeuger. Daher ist anzunehmen, dass bestimmte firmenspezifische Unterschiede, die über die Zeit relativ konstant sind – wie die Art der Stromerzeugung – in der Modellspezifizierung (siehe Kapitel 4.3) nicht berücksichtigt wurden und möglicherweise Einfluss auf die unabhängige Variable haben. Das fixed-effects-Modell verwendet für jedes Unternehmen individuelle fixe Regressionskonstanten und ermöglicht auf diese Weise die Kontrolle von unbeobachteten firmenspezifischen Effekten, die über die Zeit relativ konstant sind (Delmas et al., 2015; Iwata & Okada, 2011; Horváthová, 2010). Individuelle Unterschiede zwischen den Unternehmen werden also konstant gehalten, sodass in der Analyse nur Veränderungen über die Zeit (within-variation) berücksichtigt werden (ebd.). (2) Die Ergebnisse des Hausman-Tests auf Endogenität bestätigen einen Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variable und der Störgröße, sodass das fixed-effects-Modell dem random-effects-Modell vorzuziehen ist. (3) Die Analyseergebnisse anderer Studien basieren ebenfalls weitestgehend auf Berechnungen mit dem fixed-effects-Modell (z.B.: Delmas et al., 2015; Brzobohatý & Janský, 2010). Die Verwendung der gleichen Analyseverfahren unterstützt somit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

4.3 Variablen und Modell

Abhängige Variable

In der folgenden Analyse ist die CFP – gemäß der Kausalitätsannahme aus Kapitel 4.1 – die abhängige Variable und entspricht der Profitabilität der Stromerzeuger. Zur Operationalisierung der Profitabilität werden die folgenden drei Rentabilitätskennzahlen genutzt: Die *Gesamtkapitalrentabilität (Return on Assets, ROA)*, die *Eigenkapitalrentabilität (Return on Equity, ROE)* und die *Umsatzrentabilität (Return on Sales, ROS)*.

ty, ROE) und die *Umsatzrendite (Return on Sales, ROS)*.

Die Verwendung von Rentabilitätskennzahlen erscheint im Kontext dieser Arbeit sinnvoll, da der Ausstoß von CO_{2e}-Emissionen durch das EU ETS bepreist wird und somit einen materiellen Wert besitzt. Entsprechend müssten höhere CO_{2e}-Emissionen sich in höheren Kosten niederschlagen. Busch und Hoffmann (2011) argumentieren, dass sich die Menge der CO_{2e}-Emissionen sogar doppelt auf die Kosten der Stromerzeuger auswirkt: Zum einen als Inputfaktor in Form von fossilen Brennstoffen und zum anderen als Outputfaktor in Form von Emissionszertifikaten.

Außerdem erscheinen die drei gewählten Kennzahlen für die Untersuchung geeignet, da sie in der wissenschaftlichen Literatur häufig zur Analyse des empirischen Zusammenhangs zwischen CEP und CFP genutzt werden (z.B.: Delmas et al., 2015; Alvarez, 2012). Darüber hinaus wird durch die Operationalisierung unterschiedlicher Kennzahlen ein Vergleich der Ergebnisse untereinander ermöglicht (Iwata & Okada, 2011).

Kalkuliert und definiert werden die Kennzahlen dabei wie folgt:

Die *Gesamtkapitalrentabilität (ROA)* berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen Gewinn und Gesamtkapital (Gewinn/ Gesamtkapital) und gibt Auskunft über die Effizienz des eingesetzten Kapitals (Bassen et al., 2016; Busch & Hoffmann, 2011) und berücksichtigt sowohl Kosten- als auch Produktivitätseffekte (Fujii et al., 2013). In der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur wird die Kennzahl häufig verwendet, um die gesamte wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Unternehmens zu bemessen (King & Lenox, 2002; Delmas et al., 2015). Darüber hinaus führt sie meist zu signifikanten Ergebnissen (Busch & Hoffmann, 2011).

Die *Eigenkapitalrentabilität (ROE)* berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen Gewinn und Eigenkapital (Gewinn/ Eigenkapital) und bemisst somit die Verzinsung des Eigenkapitals (Bassen et al., 2016; Busch & Hoffmann, 2011).

Die *Umsatzrendite (ROS)* setzt den Gewinn ins Verhältnis zum Umsatz (Gewinn/ Umsatz) und gibt Auskunft darüber wie viel Gewinn ein Unternehmen mit jedem Euro Umsatz erwirtschaftet (ebd.). Der Gewinn eines Unternehmens berechnet sich aus dem Umsatz abzüglich der Kosten. Die Umsatzrendite erfasst entsprechend die Kosteneffizienz der Produktion (Fujii et al., 2013).

Unabhängige Variable

Gemäß der unterstellten Kausalitätsannahme, ist die CEP der europäischen Stromerzeuger die unabhängige Variable in der folgenden Analyse. Sie wird in dieser Arbeit anhand der CO_{2e}-Intensität operationalisiert. Ein Grund dafür die CO_{2e}-Intensität statt der absoluten CO_{2e}-Emissionen als unabhängige Variable zu nutzen ist, dass der untersuchte Zeitraum die

Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 umfasst. Es wird angenommen, dass dieses Ereignis Einfluss auf die Menge an emittiertem CO_{2e} hatte, indem die geringere Wirtschaftsleistung zu einem Rückgang des Stromverbrauchs geführt hat (Umweltbundesamt, b; Umweltbundesamt, c). Die Reduzierung der CO_{2e}-Emissionen innerhalb des Stromsektors wäre somit nicht auf eine Verbesserung der CEP zurückzuführen und würde die Ergebnisse verfälschen. Wie in Kapitel 2.2 bereits erläutert, bezieht die CO_{2e}-Intensität den Einfluss volkswirtschaftlicher Veränderungen ein. Die Auswirkungen der Finanz- und Wirtschaftskrise sollten somit keinen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Zur Berechnung der CO_{2e}-Intensität wird die absolute Menge direkter (Scope 1) CO_{2e}-Emissionen in Tonnen pro Jahr durch den Jahresumsatz in Euro dividiert (Trumpp & Guenther, 2015; Busch & Hoffmann, 2011). Die Scope-1-Emissionen entsprechen im Stromsektor über 90% der Gesamtemissionen (Matthews et al., 2008) und eignen sich laut Lewandowski (2015) daher gut als Berechnungsgrundlage für die CEP.

Um die unterstellte Kausalbeziehung zwischen der CEP und der CFP im Regressionsmodell zu berücksichtigen und Endogenitätsprobleme zu vermeiden, werden für die CO_{2e}-Intensität darüber hinaus zeitversetzte Daten aus den Vorjahren (t-1), (t-2), (t-3), (t-4), (t-5) und (t-6) verwendet (Trumpp & Guenther, 2015).

Kontrollvariablen

Um den Zusammenhang zwischen der Profitabilität (*CFP*) und der Umweltperformance (*CEP*) eines Unternehmens möglichst gut abzubilden und unternehmensspezifische Unterschiede im Modell zu berücksichtigen, werden neben der abhängigen und der unabhängigen Variable vier Kontrollvariablen in das Modell integriert – in der Annahme, dass diese ebenfalls Einfluss auf die Profitabilität eines Unternehmens haben und somit den Erklärungsgehalt des Modells erhöhen. Durch die Integration der Kontrollvariablen wird der Einfluss der CO_{2e}-Intensität auf die Profitabilität um den Einfluss der Kontrollvariablen bereinigt.

Die Auswahl der vier verwendeten Kontrollvariablen orientiert sich an der Studie von Bassen et al. (2016) mit ähnlichem Untersuchungskontext. Die vier Kontrollvariablen sind: *SIZE*, *RISK*, *GROWTH* und *CAPITALINTENSITY*.

Die Studie von Bassen et al. (2016) hat darüber hinaus die Kontrollvariable *CASHFLOWS* verwendet. Ein Vergleich mit anderen Studien hat allerdings gezeigt, dass die Kontrollvariable *CASHFLOWS* vorwiegend in Studien verwendet wird, die Finanzmarktkennzahlen als CFP-Variable nutzen. Da im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich Rentabilitätskennzahlen als CFP-Variablen verwendet werden, wird von einer Integration der Kontrollvariablen *CASHFLOWS* abgesehen.

Zusätzliche Bestätigung finden die gewählten Kontrollvariablen in der Meta-Analyse von Margolis et al. (2007). Sie zeigt, dass die meisten der 192 untersuchten Studien Kontrollvariablen für die Größe (*SIZE*) und das Risiko (*RISK*) eines Unternehmens verwenden. Anzumerken ist allerdings, dass die untersuchten Studien teils unterschiedliche Definitionen für die Variablen verwenden, sodass auch die Berechnung variiert.

Im Folgenden wird beschrieben welche Annahmen und Definitionen den verwendeten Kontrollvariablen zugrundeliegen und auf Basis welcher Daten sie berechnet werden. Die Berechnungsmethode aller verwendeten Kontrollvariablen basiert ebenso wie die Auswahl auf der Studie von Bassen et al. (2016). Zur Berechnung der Variablen machen Bassen et al. (2016) innerhalb ihrer Studie keine Angaben. Die Berechnungsmethoden konnten aber auf Anfrage bei den Autoren ermittelt werden.

SIZE:

Die Größe eines Unternehmens kann theoretisch sowohl die Profitabilität als auch die Umweltperformance eines Unternehmens beeinflussen. Einerseits können Skaleneffekte sich positiv auf die Profitabilität auswirken (Trumpp & Guenther, 2015; Fujii et al., 2013; King & Lenox, 2001; Iwata & Okada, 2011), andererseits hat die Forschung gezeigt, dass die Größe eines Unternehmens Einfluss darauf hat, ob es sich mit seinen Umweltauswirkungen auseinandersetzt und entsprechend in eine Verbesserung der Umweltperformance investiert (Misani & Pogutz, 2015; King & Lenox, 2002). Margolis et al. (2007) argumentieren, dass große Unternehmen im Vergleich zu kleinen Unternehmen über mehr Ressourcen verfügen, die es ihnen ermöglichen in ihre Umweltperformance zu investieren. Gleichzeitig seien sie aber auch einem größeren Druck ausgesetzt, insbesondere aufgrund von kritischer Medienberichterstattung (Bansal & Clelland, 2004 nach Busch & Hoffmann, 2011).

Wie bereits erwähnt, werden in der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur unterschiedliche Proxys für die Größe eines Unternehmens verwendet. King und Lenox (2001) verwenden beispielsweise den natürlichen Logarithmus des Gesamtkapitals, Fujii et al. (2013) die Mitarbeiterzahl. In dieser Arbeit wird die Unternehmensgröße mit dem natürlichen Logarithmus des Marktwertes approximiert. Damit folgt sie der Vorgehensweise von Bassen et al. (2016) sowie Busch und Hoffmann (2011).

RISK:

Für die Kontrollvariable *RISK* werden ebenfalls je nach Autor und Untersuchungskontext unterschiedliche Approximationen verwendet. Eine verbreitete Variante der Approximation ist der Verschuldungsgrad des Unternehmens. Dieser wird entweder als Verhältnis von Fremdkapital und Eigenkapital berechnet (z.B.: Misani & Pogutz, 2015; Alvarez, 2012) oder aus

dem Verhältnis von Fremdkapital und Gesamtkapital (z.B.: King & Lenox, 2001; Trumpp & Guenther, 2015). Im Rahmen dieser Arbeit wird *RISK* als Finanzierungsrisiko des Unternehmens definiert. Entsprechend wird angenommen, dass die Variable einen negativen Effekt auf die CFP hat (Trumpp & Guenther, 2015; Iwata & Okada, 2011) und dass der Effekt auf ROE größer ist als auf ROA (Alvarez, 2012). Als Proxy wird das Verhältnis von langfristigem Fremdkapital und Gesamtkapital verwendet. Damit folgt diese Arbeit der Vorgehensweise von Bassen et al. (2016) sowie Busch und Hoffmann (2011).

GROWTH:

Das Unternehmenswachstum (*GROWTH*) wird durch das Umsatzwachstum approximiert und berechnet sich aus der jährlichen Veränderung des Umsatzes dividiert durch den Jahresumsatz. Damit wird der Vorgehensweise von Bassen et al. (2016) gefolgt.

Im Gegensatz zu *SIZE* und *RISK* verwenden die Autoren für die Variable *GROWTH* weitestgehend die gleiche Definition und Berechnung (z.B.: Delmas et al., 2015; Gallego-Alvarez et al., 2015; King & Lenox, 2001).

Das Erschließen neuer Märkte führt in der Regel zu zusätzlichen Erträgen (Trumpp & Guenther, 2015; King & Lenox, 2001; Iwata & Okada, 2011), die mit der Variable *GROWTH* kontrolliert werden (Delmas et al., 2015; King & Lenox, 2002). Entsprechend wird angenommen, dass das Unternehmenswachstum einen positiven Effekt auf die CFP hat (Trumpp & Guenther, 2015; King & Lenox, 2001; Iwata & Okada, 2011).

CAPINT:

Die Kontrollvariable *CAPINT* beschreibt die Kapitalintensität eines Unternehmens. Sie bemisst, ob die Wertschöpfung des Unternehmens kapital- oder arbeitsintensiv ist. Kapitalintensive Unternehmen haben in der Regel geringere Lohnkosten als arbeitsintensive Unternehmen (Fujii et al., 2013). Darüber hinaus sind sie kapitalabhängiger und haben verglichen mit arbeitsintensiven Unternehmen häufig eine höhere Umsatzrendite (ebd.). Dennoch stellen empirische Studien sowohl positive als auch negative Effekte auf die CFP-Variable fest (King & Lenox, 2001; Trumpp & Guenther, 2015). Diese Effekte sollen mithilfe von *CAPINT* kontrolliert werden.

Die Kapitalintensität wird ebenfalls je nach Autor und Untersuchungskontext auf unterschiedliche Art approximiert. Delmas et al. (2015) und King und Lenox (2001; 2002) berechnen die Kapitalintensität beispielsweise aus dem Verhältnis von Kapitalkosten und Umsatz. Trumpp & Guenther (2015) nutzen das Verhältnis von Kapitalkosten und dem Gesamtkapital und Iwata und Okada (2011) setzten die Summe aus dem Umsatz und den operativen Erträgen ins Verhältnis zum Eigenkapital.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Kapitalintensität aus dem Verhältnis von Umsatz und Eigenkapital (Umsatz/ Eigenkapital) berechnet und gibt Auskunft darüber wie viel Umsatz ein Unternehmen mit jedem Euro Eigenkapital erwirtschaftet. Damit folgt sie der Vorgehensweise von Bassen et al. (2016).

Tabelle 2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über alle Variablen und ihre Berechnung.

Tabelle 2: Definition der Variablen

Variable	Beschreibung	Berechnung
<i>CFP (ROA)</i>	Return on Assets bzw. Gesamtkapitalrentabilität Kennzahl zur Bemessung der Profitabilität	Gewinn/ Gesamtkapital
<i>CFP (ROE)</i>	Return on Equity bzw. Eigenkapitalrentabilität Kennzahl zur Bemessung der Profitabilität	Gewinn/ Eigenkapital
<i>CFP (ROS)</i>	Return on Sales bzw. Umsatzrendite Kennzahl zur Bemessung der Profitabilität	Gewinn/ Umsatz
<i>CEP_(t-n)</i>	CO _{2e} -Intensität aus früheren Perioden Kennzahl zur Bemessung der CO _{2e} -Performance	Absolute Scope-1-Emissionen _(t-n) / Umsatz _(t-n)
<i>SIZE</i>	Kennzahl zur Bemessung der Unternehmensgröße	ln(Marktwert)
<i>RISK</i>	Kennzahl zur Bemessung des Finanzierungsrisikos	Langfristiges Fremdkapital/ Gesamtkapital
<i>GROWTH</i>	Kennzahl zur Bemessung des Umsatzwachstums	(Sales _t – Sales _{t-1})/ Sales _t
<i>CAPINT</i>	Kennzahl zur Bemessung der Kapitalintensität	Umsatz/ Eigenkapital

Ökonometrische Modellspezifikation

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, basiert diese Arbeit auf der Kausalitätsannahme, dass die CEP Auswirkungen auf die CFP hat. Im Rahmen der Hypothesenherleitung in Kapitel 3 wurde zudem erläutert, dass sich diese Auswirkungen je nach Betrachtungszeitraum (kurzfristig vs. langfristig) unterscheiden. Zur Überprüfung der Hypothesen werden beide Annahmen zunächst in ein ökonometrisches Modell überführt.

Um die kausale Beziehung zwischen der CEP und der CFP mathematisch auszudrücken, wird die *CFP* als abhängige und die *CEP* als unabhängige Variable bestimmt. Zusätzlich werden zeitversetzte Daten genutzt. Das heißt, wie bei Trumpp und Guenther (2015) sowie bei Bassen et al. (2016) werden für die *CEP* Daten aus früheren Perioden verwendet. Um darüber hinaus kurz- und langfristige Effekte zu berücksichtigen, werden verschiedene Zeitabstände zwischen der *CEP* und der *CFP* genutzt. Kurz- und langfristige Effekte werden also anhand von eigenen Berechnungen betrachtet. Basierend auf den zuvor definierten Variablen – eine zusammenfassende Beschreibung findet sich in Tabelle 2 – werden die Annahmen aus Kapitel 3 in folgende ökonometrische Modelle überführt:

$$CFP_{it} = \alpha_i + \beta_1 CEP_{it-n} + \beta_2 SIZE_{it} + \beta_3 RISK_{it} + \beta_4 GROWTH_{it} + \beta_5 CAPINT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$CEP_{it} = \alpha_i + \beta_1 CFP_{it} + \beta_2 SIZE_{it} + \beta_3 RISK_{it} + \beta_4 GROWTH_{it} + \beta_5 CAPINT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, 18 \quad t = 2002, \dots, 2015 \quad n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

Gleichung (1) dient der Überprüfung der beiden Hypothesen, während Gleichung (2) die unterstellte Kausalbeziehung zwischen der CO_{2e}-Intensität und der Profitabilität testet.

Um den kurzfristigen Effekt der CO_{2e}-Intensität eines europäischen Stromerzeugers auf seine Profitabilität zu operationalisieren wird ein Zeitabstand von einem Jahr (n=1) verwendet. Der langfristige Effekt wird mit einem Zeitabstand von vier (n=4) beziehungsweise fünf Jahren (n=5) operationalisiert.

Um die Kausalbeziehung zwischen CO_{2e}-Intensität und Profitabilität in Gleichung (2) zu testen werden die abhängige und die unabhängige Variable getauscht und die Zeitverzögerung aus dem Modell entfernt.

Die Indizes sind wie folgt zu interpretieren: *i* bezeichnet das Unternehmen, *t* verweist auf das Jahr und *n* beschreibt die Zeitverzögerung in Jahren.

5. Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die aus der empirischen Analyse gewonnenen Ergebnisse zusammengefasst dargestellt und interpretiert. Dabei steht im Mittelpunkt des Erkenntnisinteresses, ob die formulierten Hypothesen aus Kapitel 3 verifiziert werden können.

Tabelle 3: Deskriptive Statistik

Variable	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
<i>CFP (ROA)</i>	-0,15	0,31	0,05	0,05
<i>CFP (ROE)</i>	-2,48	1,03	0,13	0,22
<i>CFP (ROS)</i>	-0,33	0,54	0,17	0,14
<i>CEP</i>	0,01	13,01	2,01	2,85
<i>SIZE</i>	5,28	11,91	8,73	1,26
<i>RISK</i>	0,00	1,03	0,29	0,13
<i>GROWTH</i>	-0,16	1,31	0,12	0,18
<i>CAPINT</i>	-12,40	11,68	1,70	1,87

Tabelle 4: Häufigkeitsverteilung der Daten nach Staaten

EU-Staaten	Unternehmen in %	Firmenjahre in %
Großbritannien	11,11	13,49
Frankreich	11,11	14,29
Deutschland	5,56	3,17
Italien	22,22	23,81
Österreich	5,56	7,14
Griechenland	5,56	3,17
Portugal	5,56	4,76
Spanien	22,22	20,63
Finnland	5,56	7,94
Tschechische Republik	5,56	1,59

Tabelle 3 und 4 zeigen die deskriptive Statistik für alle Variablen sowie die Häufigkeitsverteilung der Daten nach Staaten. Dabei enthält Tabelle 3 die Minimum- und Maximumwerte, den Mittelwert, sowie die Standardabweichung für alle Variablen. Wie im Vorfeld angenommen, zeigt die deskriptive Statistik große Niveauunterschiede in Bezug auf die CO_{2e}-Intensität. Darüber hinaus lassen sich innerhalb der Stichprobe auch bei den Kontrollvariablen große Unterschiede feststellen. Wie in Kapitel 4.1 beschrieben umfasst die Stichprobe sehr heterogene Stromerzeuger, sodass die Spannweite der Werte nicht überrascht.

Aus Tabelle 4 wird deutlich, dass die meisten Daten aus Italien und Spanien stammen und entsprechend den größten Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Modellprämissen

Multiple lineare Regressionen unterliegen diversen statistischen Annahmen (Gaus-Markov-Annahmen). Um möglichst robuste Ergebnisse zu erzielen, werden Testverfahren zur Normalverteilung der Störgrößen, Homoskedastizität und Multikollinearität durchgeführt.

Normalverteilung:

Die Ergebnisse zeigen, dass keine Normalverteilung der Störgrößen vorliegt. Gemäß Kmenta (1997) und Green (1999) besitzt der OLS-Schätzer auch ohne eine Normalverteilung der Störgrößen die BLUE-Eigenschaften⁸, sodass dies die Ergebnisse der multiplen linearen Regression nicht negativ beeinflussen sollte.

Homoskedastizität:

Die Annahme homoskedastisch verteilter Störterme wird mit Hilfe des Breusch-Pagan-

⁸ BLUE: Best Linear Unbiased Estimator

Tests untersucht und widerlegt. Es liegt Heteroskedastizität vor. Um die Homoskedastizitätsannahme für OLS-Regressionen zu erfüllen, werden für die Analyse heteroskedastizitätskonstante Standardfehlerschätzer verwendet.

Multikollinearität:

Zusätzlich wurde mit Hilfe des Varianzinflationsfaktors (VIF) auf Multikollinearität getestet. Der VIF nimmt für alle erklärenden Variablen einen Wert kleiner zwei an (Mittelwert: 1,18). Es besteht somit kein Hinweis auf Multikollinearität.

Bivariate Korrelation

Nachdem die Modellprämissen für multiple lineare Regressionen überprüft wurden, werden im folgenden Abschnitt die Ergebnisse der bivariaten Korrelation beschrieben.

Ein häufig verwendetes Maß zur Bemessung der linearen Beziehung zwischen zwei Variablen ist Pearson's Korrelationskoeffizient (z.B.: Alvarez, 2012; Trumpp & Guenther, 2015). Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der bivariaten Korrelation. Nur wenige Korrelationskoeffizienten liegen über $\pm 0,5$ und alle sind deutlich kleiner als $\pm 0,7$.

Die Ergebnisse für die CEP-Variablen mit Zeitverzögerungen von zwei, drei und sechs Jahren finden sich in Appendix 1. Die Zeitverzögerung von einem Jahr wird repräsentativ für den kurzfristigen Zusammenhang betrachtet. Die Zeitverzögerungen von vier und fünf Jahren repräsentieren den langfristigen Zusammenhang.

Die Ergebnisse zeigen eine signifikante, positive Korrelation zwischen der Gesamtkapitalrentabilität (*ROA*) und der CO_{2e} -Intensität (*CEP*). Dies gilt für alle drei CEP-Variablen (*t-1*: 0,45; *t-4*: 0,40; *t-5*: 0,43). Darüber hinaus korreliert die CO_{2e} -Intensität mit der Eigenkapitalrentabilität (0,17). Allerdings gilt dies ausschließlich für die CEP-Variable mit einer Zeitverzögerung von einem Jahr. Zwischen der CO_{2e} -Intensität (*CEP*) und der Umsatzrendite (*ROS*) besteht hingegen keine signifikante Korrelation.

Zwischen den Kontrollvariablen und den abhängigen Variablen bewegen sich die signifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen 0,12 und 0,22. Nur für die Variablen *RISK* und *CAPINT* ist dieser höher. Für die Korrelation zwischen dem Finanzierungsrisiko (*RISK*) und der Umsatzrendite (*ROS*) bemisst er sich auf 0,38 und für die Korrelation zwischen der Kapitalintensität (*CAPINT*) und der Eigenkapitalrendite (*ROE*) auf 0,47.

Erstaunlicherweise kann keine signifikante Korrelation zwischen dem Finanzierungsrisiko (*RISK*) und der Gesamtkapitalrentabilität (*ROA*) oder der Eigenkapitalrentabilität (*ROE*) festgestellt werden (*ROA*: -0,05; *ROE*: 0,10). Gleiches gilt für den Zusammenhang zwischen dem Unternehmenswachstum (*GROWTH*) und der Umsatzrendite (*ROS*) (-0,01).

Zwischen den Kontrollvariablen und den unabhängigen Variablen wird ausschließlich für *RISK* und *GROWTH* eine signifikante Korrelation festgestellt. Die stärkste Korrelation besteht hierbei zwischen dem Finanzierungsrisiko (*RISK*) und der CO_{2e}-Intensität (*t-1*: -0,44; *t-4*: -0,50; *t-5*: -0,52).

Tabelle 5: Ergebnisse der bivariaten Korrelation

	<i>CFP</i> (<i>ROA</i>)	<i>CFP</i> (<i>ROE</i>)	<i>CFP</i> (<i>ROS</i>)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1) <i>CEP</i> _(t-1)	0,45***	0,17*	-0,07	1,00					
(2) <i>CEP</i> _(t-4)	0,40***	0,12	-0,10	0,93***	1,00				
(3) <i>CEP</i> _(t-5)	0,43***	0,12	-0,10	0,90***	0,96***	1,00			
(4) <i>SIZE</i>	0,18***	0,12*	0,12*	-0,10	-0,15	-0,15	1,00		
(5) <i>RISK</i>	-0,05	0,10	0,38***	-0,44***	-0,50***	-0,52***	0,15**	1,00	
(6) <i>GROWTH</i>	0,19***	0,16**	-0,01	0,03	0,24**	0,27**	-0,02	-0,03	1,00
(7) <i>CAPINT</i>	0,17**	0,47***	-0,22***	-0,05	-0,04	-0,02	0,07	-0,09	0,12*

**p* < 0,10

***p* < 0,05

****p* < 0,01

Modellfit und Kontrollvariablen

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse zusammengefasst. Für *ROA*, *ROE* und *ROS* wurden separate Berechnungen für den kurz- und den langfristigen Zusammenhang durchgeführt. Modell 1 zeigt die Ergebnisse zum kurzfristigen Zusammenhang. Modell 2 und 3 zeigen die Ergebnisse zum langfristigen Zusammenhang.

Die Berechnungen für Modell 1 basieren auf der *CEP*-Variable mit einer Zeitverzögerung von einem Jahr, für Modell 2 auf einer Zeitverzögerung von vier Jahren und für Modell 3 auf einer Zeitverzögerung von fünf Jahren. Die Ergebnisse der zusätzlichen Berechnungen für die *CEP*-Variablen mit Zeitverzögerungen von zwei, drei und sechs Jahren finden sich in Appendix 2.

Sowohl die Werte der F-Statistik als auch die Werte für das korrigierte R² lassen darauf schließen, dass die Modelle 1, 2 und 3 gut spezifiziert sind und einen relativ hohen Erklärungsgehalt haben, sodass der Zusammenhang zwischen der CO_{2e}-Intensität eines europäischen Stromerzeugers und seiner Profitabilität durch die Modelle grundsätzlich recht gut erfasst wird. Allerdings fällt auf, dass das korrigierte R² für *ROE* deutlich größer ist, als in vergleichbaren Studien (z.B.: Alvarez, 2012; Busch & Hoffmann, 2011; Bassen et al., 2016). Darüber hinaus fällt auf, dass das korrigierte R² für alle *CFP*-Variablen mit abnehmender Anzahl der Beobachtungen steigt. Es ist daher anzunehmen, dass die steigenden Werte auf den kleinen Stichprobenumfang zurückzuführen sind und eine Interpretation daher nur unter Vorbehalt möglich ist.

In Bezug auf die Kontrollvariablen kann festgestellt werden, dass die Hälfte der Kontrollvariablen in die erwartete Richtung zeigt (*RISK*: negativ, *CAPINT*: positiv). Darüber hinaus ist *CAPINT* für alle Rentabilitätskennzahlen und in allen Modellen statistisch signifikant ($p < 0,01$), während *RISK* ausschließlich für *ROA* und *ROE* und nur in der Analyse des langfristigen Zusammenhangs statistisch signifikante Ergebnisse zeigt ($p < 0,10$). Diese Ergebnisse sind im Einklang mit Bassen et al. (2016) und Alvarez (2012).

Überraschenderweise weisen die Kontrollvariablen *SIZE* und *GROWTH* je nach Modell und Rentabilitätskennzahl wechselnde Vorzeichen auf und sind – bis auf eine Ausnahme – in allen drei Modellen statistisch nicht signifikant.

Kausalität

Um zu überprüfen, ob die unterstellte Kausalbeziehung für Modell 1 bis 3 korrekt ist, wurden in Modell 4 die abhängige und die unabhängige Variable getauscht. Die Profitabilität des Unternehmens (*ROA*, *ROE*, *ROS*) ist in diesem Modell entsprechend die unabhängige Variable und die CO_2e -Intensität des Unternehmens (*CEP*) die abhängige Variable.

Die Werte des korrigierten R^2 für Modell 4 sind deutlich geringer als für Modell 1 bis 3. Dies belegt den geringen Erklärungsgehalt des Modells. Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme, dass die unterstellte Kausalbeziehung für Modell 1 bis 3 korrekt ist. Von einer detaillierten Erläuterung und Interpretation der Ergebnisse aus Modell 4 wird entsprechend abgesehen.

Tabelle 6: Regressionsergebnisse für Modell 1-3

Unabhängige Variablen	CFP (ROA)			CFP (ROE)			CFP (ROS)		
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3
<i>CEP</i> _(t-1)	0,018 ** (0,007)			0,059 *** (0,015)			0,021 * (0,010)		
<i>CEP</i> _(t-4)		0,008 ** (0,003)			0,037 * (0,017)			-0,001 (0,010)	
<i>CEP</i> _(t-5)			0,006 (0,005)			0,021 * (0,010)			0,002 (0,005)
<i>SIZE</i>	0,003 (0,004)	0,009 (0,009)	-0,002 (0,007)	-0,022 (0,013)	0,006 (0,041)	-0,049 ** (0,020)	0,003 (0,012)	-0,008 (0,012)	-0,008 (0,008)
<i>RISK</i>	-0,044 (0,092)	-0,478 * (0,261)	-0,500 (0,421)	-0,586 (0,599)	-2,231 * (1,073)	-1,615 * (0,897)	0,051 (0,150)	-0,247 (0,270)	-0,090 (0,313)
<i>GROWTH</i>	0,006 (0,012)	0,028 (0,047)	-0,027 (0,052)	0,037 (0,060)	0,400 (0,245)	-0,101 (0,128)	-0,019 (0,038)	0,031 (0,059)	-0,027 (0,057)
<i>CAPINT</i>	0,010 *** (0,003)	0,008 *** (0,002)	0,009 *** (0,002)	0,142 *** (0,033)	0,146 *** (0,019)	0,160 *** (0,008)	0,021 *** (0,005)	0,019 *** (0,003)	0,021 *** (0,002)
<i>CONSTANT</i>	-0,018 (0,057)	0,069 (0,084)	0,179 * (0,091)	0,098 (0,264)	0,345 (0,400)	0,668 *** (0,176)	0,055 (0,126)	0,294 ** (0,101)	0,233 *** (0,069)
N	115	69	53	115	69	53	115	69	53
F-Statistik	14,27***	90,71***	928,87***	14,69***	1071,22***	361,13***	6,99***	49,11***	248,52***
Korrigiertes R ²	0,255	0,352	0,482	0,717	0,885	0,960	0,293	0,572	0,698

* $p < 0,10$ ** $p < 0,05$ *** $p < 0,01$

Der Standardfehler (\pm) der Schätzung ist in Klammern angegeben.

Tabelle 7: Regressionsergebnisse für Modell 4

Abhängige Variable	CEP	CEP	CEP
Unabhängige Variable	CFP (ROA)	CFP (ROE)	CFP (ROS)
	8,067*** (1,512)	1,463** (0,590)	5,573 (3,413)
<i>SIZE</i>	-0,146 (0,102)	-0,102 (0,087)	-0,164 (0,129)
<i>RISK</i>	1,239 (1,346)	1,893 (1,238)	1,018 (1,394)
<i>GROWTH</i>	-0,940 (0,932)	-0,850 (0,947)	-0,787 (0,856)
<i>CAPINT</i>	-0,091*** (0,019)	-0,220** (0,085)	-0,134* (0,070)
<i>CONST</i>	2,796** (1,001)	2,677*** (0,862)	2,510** (1,009)
N	126	126	126
F-Statistik	23,97***	2,52*	3,30**
Korrigiertes R ²	0,112	0,079	0,139

* $p < 0,10$ ** $p < 0,05$ *** $p < 0,01$ Der Standardfehler (\pm) der Schätzung ist in Klammern angegeben.

Ergebnisse für Modell 1: Kurzfristiger Zusammenhang

Mit Modell 1 soll die in Kapitel 3 aufgestellte Hypothese 1 am Beispiel des europäischen Stromsektors überprüft werden. Hypothese 1 lautet: Ceteris paribus, je größer die Verringerung der Scope-1-Emissionen eines emissionsintensiven Unternehmens ist, desto geringer ist seine kurzfristige Profitabilität.

Die Ergebnisse für Modell 1 zeigen einen statistisch signifikanten, positiven Zusammenhang zwischen der CO_{2e}-Intensität und allen untersuchten Rentabilitätskennzahlen des Folgejahres. Das heißt: Je größer die CO_{2e}-Intensität eines europäischen Stromerzeugers im betrachteten Untersuchungszeitraum war, desto größer war auch seine Profitabilität im Folgejahr. Eine Reduzierung der CO_{2e}-Intensität war entsprechend mit einer geringeren Profitabilität im Folgejahr verbunden. Die Ergebnisse aus Modell 1 unterstützen somit Hypothese 1.

Ein Vergleich der Regressionskoeffizienten zeigt, dass die CO_{2e}-Intensität des Vorjahres den größten Einfluss auf die Eigenkapitalrentabilität (*ROE*) hat. Eine Reduzierung der CO_{2e}-Intensität um eine Einheit verringert die Eigenkapitalrentabilität durchschnittlich um 5,9 Prozentpunkte ($p < 0,01$). Der Einfluss auf die Gesamtkapitalrentabilität (*ROA*) und die Umsatzrendite (*ROS*) ist deutlich kleiner. Eine Reduzierung der CO_{2e}-Intensität um eine Einheit verringert die Gesamtkapitalrentabilität durchschnittlich um 1,8 Prozentpunkte ($p < 0,05$) und die Umsatzrendite durchschnittlich um 2,1 Prozentpunkte ($p < 0,10$).

Ergebnisse für Modell 2 und 3: Langfristiger Zusammenhang

Mit Modell 2 und 3 soll die in Kapitel 3 aufgestellte Hypothese 2 am Beispiel des europäischen Stromsektors überprüft werden. Hypothese 2 lautet: Ceteris paribus, je größer die Verringerung der Scope-1-Emissionen eines emissionsintensiven Unternehmens ist, desto größer ist seine langfristige Profitabilität.

Modell 2:

Die Ergebnisse für Modell 2 zeigen sowohl für die Gesamtkapitalrentabilität (*ROA*) als auch für die Eigenkapitalrentabilität (*ROE*) einen statistisch signifikanten, positiven Zusammenhang mit der CO_{2e}-Intensität. Für die Umsatzrendite (*ROS*) ist der Regressionskoeffizient der CO_{2e}-Intensität hingegen negativ und nicht signifikant ($-0,001$, $p > 0,10$).

Zusammenfassend heißt das: Je größer die CO_{2e}-Intensität eines europäischen Stromerzeugers im betrachteten Untersuchungszeitraum war, desto größer waren seine Eigenkapitalrentabilität und seine Gesamtkapitalrentabilität vier Jahre später. Eine Reduzierung der CO_{2e}-Intensität war langfristig also mit einer geringeren Eigenkapitalrentabilität und einer geringeren Gesamtkapitalrentabilität verbunden. Die Ergebnisse für *ROA* und *ROE* aus Modell 2 widerlegen somit Hypothese 2.

Ein Vergleich der Ergebnisse aus Modell 2 zeigt, dass der Effekt insgesamt geringer ist als im kurzfristigen Modell. Darüber hinaus ist der Einfluss der CO_{2e}-Intensität auf die Eigenkapitalrentabilität (*ROE*) weiterhin größer als auf die Gesamtkapitalrentabilität (*ROA*) und auf die Umsatzrendite (*ROS*). Eine Reduzierung der CO_{2e}-Intensität um eine Einheit, verringert die Eigenkapitalrentabilität vier Jahre später durchschnittlich um 3,7 Prozentpunkte ($p < 0,10$) und die Gesamtkapitalrentabilität durchschnittlich um 0,8 Prozentpunkte ($p < 0,05$).

Da zwischen der CO_{2e}-Intensität und der Umsatzrendite (*ROS*) kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden konnte, wird von einer Interpretation dieses Koeffizienten abgesehen.

Modell 3:

Die Ergebnisse für Modell 3 zeigen ausschließlich zwischen der CO_{2e}-Intensität und der Eigenkapitalrentabilität (*ROE*) einen statistisch signifikanten, positiven Zusammenhang (0,021 $p < 0,10$). Die Ergebnisse für die Gesamtkapitalrentabilität (*ROA*) (0,006, $p > 0,10$) und die Umsatzrendite (*ROS*) (0,002, $p > 0,10$) sind hingegen nicht signifikant, sodass von einer Interpretation der Koeffizienten abgesehen wird.

Ein Vergleich der Ergebnisse aus Modell 3 mit den Ergebnissen aus Modell 1 und 2 zeigt zudem, dass der Einfluss der CO_{2e}-Intensität auf die Eigenkapitalrentabilität (*ROE*) weiter geschrumpft ist und somit kleiner ist, als in Modell 1 und 2. Eine Reduzierung der CO_{2e}-Intensität um eine Einheit, verringert die Eigenkapitalrentabilität fünf Jahre später durchschnittlich um 2,1 Prozentpunkte ($p < 0,10$).

Die Ergebnisse für *ROE* aus Modell 3 bestätigen die Ergebnisse aus Modell 2 und widerlegen ebenfalls Hypothese 2.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im betrachteten Untersuchungszeitraum sowohl kurz- als auch langfristig ein positiver Zusammenhang zwischen der CO_{2e}-Intensität europäischer Stromerzeuger und ihrer Profitabilität bestand und eine Verringerung der CO_{2e}-Intensität entsprechend mit einer geringeren Profitabilität verbunden war. Darüber hinaus hat die Höhe der CO_{2e}-Intensität kurzfristig einen stärkeren Einfluss auf die Rentabilitätskennzahlen als langfristig und wirkt sich stärker auf die Eigenkapitalrentabilität als auf die Gesamtkapitalrentabilität oder die Umsatzrendite aus.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass im betrachteten Untersuchungszeitraum sowohl kurzfristig als auch langfristig ein positiver Zusammenhang zwischen der Profitabilität der europäischen Stromerzeuger und ihrer CO_{2e}-Intensität bestand. Das heißt: Obwohl der CO_{2e}-Ausstoß im europäischen Stromsektor durch das EU ETS mit Kosten verbunden ist, geht eine höhere CO_{2e}-Intensität mit einer höheren Profitabilität einher. Der größte Effekt konnte dabei für die Eigenkapitalrentabilität identifiziert werden. Dieser Effekt ist allerdings aufgrund des ungewöhnlich hohen R² unter Vorbehalt zu interpretieren.

Die Eigenkapitalrentabilität bemisst die Verzinsung des Eigenkapitals. Entgegen den Annahmen aus Hypothese 2, steigt diese mit einer Zunahme der CO_{2e}-Emissionen auch langfristig. Darüber hinaus haben höhere CO_{2e}-Emissionen sowohl kurz- als auch langfristig einen positiven Effekt auf die Effizienz des eingesetzten Kapitals, die durch die Gesamtkapitalrentabilität bemessen wird. Das bedeutet: Die gesamte wirtschaftliche Leistungsfähigkeit steigt mit höheren CO_{2e}-Emissionen.

In Bezug auf die Umsatzrendite kann langfristig hingegen kein Zusammenhang zur CO_{2e}-Intensität identifiziert werden. Die Höhe der CO_{2e}-Intensität hat langfristig also keinen Einfluss darauf, wie viel Gewinn mit jedem Euro Umsatz erwirtschaftet wird. Da sich die Umsatzrendite aus dem Verhältnis von Gewinn und Umsatz berechnet und sich der Gewinn aus den Einnahmen abzüglich der Kosten zusammensetzt, wird deutlich, dass Veränderungen der CO_{2e}-Intensität langfristig offensichtlich keine Auswirkungen auf die Kosteneffizienz haben.

Gemäß der Porter-Hypothese und der Ressourcentheorie steigert eine Verringerung der Umweltauswirkungen die Ressourceneffizienz und führt auf diese Weise langfristig zu geringeren Kosten. Die Ergebnisse der empirischen Analyse des europäischen Stromsektors bestätigen diese Theorien nicht. Stattdessen stehen die Ergebnisse im Einklang mit der neoklassischen Perspektive, die die Beziehung zwischen der CEP und der CFP als Trade-off begriff. Dafür können unterschiedliche Gründe verantwortlich sein. Mögliche Erklärungsansätze sind:

1. Der Preis für Emissionszertifikate ist zu niedrig. In diesem Fall wären die Einnahmen die durch den Emissionsausstoß erzielt werden, höher als die Kosten für die Emissionszertifikate, sodass die regulatorischen Maßnahmen zur Reduzierung von CO_{2e}-Emissionen im Rahmen des EU ETS keine Wirkung zeigen.
2. Die Inputfaktoren der Stromerzeugung – fossile Brennstoffe – sind im Preis gesunken. In diesem Fall könnten sich die zusätzlichen Kosten für die Emissionszertifikate durch die Ersparnisse bei den Inputfaktoren relativieren.
3. Die zusätzlichen Kosten, die durch die Emissionszertifikate entstehen, werden an den Verbraucher weitergegeben.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass CO_{2e}-intensive Unternehmen finanziell nicht von einer Verringerung ihrer CO_{2e}-Emissionen profitieren. Dies gilt zumindest für Unternehmen mit einem hohen Anteil an Scope-1-Emissionen, deren Emissionsausstoß kostenpflichtig durch das EU ETS reguliert wird.

Vergleich empirischer Ergebnisse

Ein Vergleich der Ergebnisse mit anderen empirischen Untersuchungen zeigt, dass die Ergebnisse dieser Arbeit nur teilweise im Einklang mit der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur stehen. Aufgrund von Unterschieden in Bezug auf den Untersuchungsrahmen und die Methodik, die in Kapitel 2.2 ausführlich beschrieben wurden, sind die empirischen Untersuchungen aber nur bedingt vergleichbar, sodass die Inkonsistenz der Ergebnisse nicht verwundert.

Während die Ergebnisse zum kurzfristigen Zusammenhang weitestgehend mit anderen empirischen Studien übereinstimmen (z.B.: Delmas et al., 2015; Horváthová, 2012), sind die Ergebnisse zum langfristigen Zusammenhang nicht konsistent mit der Mehrheit aktueller empirischer Studien (z.B.: Delmas et al., 2015; Horváthová, 2012). Diese lassen darauf schließen, dass eine Verringerung der Umweltauswirkungen langfristig mit einer Verbesserung der CFP einhergeht.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind allerdings konsistent mit den Ergebnissen von Bassen et al. (2016). Die Studie hat zudem einen ähnlichen Untersuchungskontext und ist auch in Bezug auf die Methodik vergleichbar, da sich die vorliegende Arbeit an der Methodik von Bassen et al. (2016) orientiert hat.

Bassen et al. (2016) untersuchen den Zusammenhang zwischen der CO_{2e}-Intensität und der Profitabilität anhand eines globalen und alle Branchen umfassenden Datensatzes mit 28.336 Beobachtungen für 4.114 Unternehmen. Zur Bemessung der Profitabilität werden folgende Rentabilitätskennzahlen verwendet: ROA, ROE, ROS und ROIC. Die CO_{2e}-Intensität wird auf Basis der direkten und indirekten Emissionen (Scope 1+2 und Scope 1+2+3) berechnet. Der Untersuchungszeitraum umfasst die Jahre 2005 bis 2014 und die Ergebnisse zeigen, einen statistisch signifikanten, positiven Zusammenhang zwischen der CO_{2e}-Intensität und allen Rentabilitätskennzahlen. Hohe CO_{2e}-Emissionen sind entsprechend mit einer höheren Profitabilität verbunden.

6. Fazit

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob CO_{2e}-intensive Unternehmen finanziell von einer Verringerung ihrer CO_{2e}-Emissionen profitieren.

Basierend auf der empirischen Analyse des europäischen Stromsektors wurde festgestellt, dass eine Verringerung der CO_{2e}-Intensität innerhalb des betrachteten Zeitraums sowohl kurz- als auch langfristig mit einer geringeren Profitabilität verbunden war. Die Profitabilität der Stromerzeuger wurde dabei durch die Gesamtkapitalrentabilität, die Eigenkapitalrentabilität und die Umsatzrendite der Stromerzeuger bemessen.

Die empirische Analyse hat darüber hinaus gezeigt, dass die Höhe der CO_{2e}-Intensität kurzfristig einen stärkeren Einfluss auf die Rentabilitätskennzahlen hat als langfristig und sich stärker auf die Eigenkapitalrentabilität auswirkt als auf die Gesamtkapitalrentabilität und die Umsatzrendite. Außerdem konnte für die Umsatzrendite ausschließlich ein kurzfristiger aber kein langfristiger Effekt festgestellt werden.

Diese Ergebnisse implizieren, dass eine höhere CO_{2e}-Intensität auch langfristig mit einer

höheren Profitabilität einhergeht, obwohl der CO_{2e}-Ausstoß durch das EU ETS im europäischen Stromsektor mit Kosten verbunden ist. Mögliche Erklärungsansätze werden in einem zu geringen Preis für Emissionszertifikate, gesunkenen Preisen für Inputfaktoren und in der Weitergabe von zusätzlichen Kosten an die Verbraucher gesehen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit stehen nur teilweise im Einklang mit der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur. Die Inkonsistenz der Ergebnisse ist aber möglicherweise auf Unterschiede im Untersuchungsrahmen und/oder in der Methodik zurückzuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Verringerung der CO_{2e}-Intensität bei europäischen Stromerzeugern in der Vergangenheit sowohl kurz- als auch langfristig mit einer geringeren Profitabilität verbunden war. Fraglich ist allerdings, ob dies auch in Zukunft so bleiben wird, da die internationalen Klimaabkommen der letzten Jahre darauf hindeuten, dass die regulatorischen Maßnahmen zur Reduzierung von CO_{2e}-Emissionen in Zukunft weiter verschärft werden.

Aus persönlicher Sicht konnte das zentrale Ziel der vorliegenden Arbeit erreicht werden, indem die forschungsleitende These systematisch überprüft und mit Hilfe einer empirischen Analyse widerlegt wurde. Abschließend erscheint es an dieser Stelle relevant auf die Limitationen dieser Arbeit hinzuweisen und damit gleichzeitig zukünftige Forschungsperspektiven aufzuzeigen.

Die relevanteste Einschränkung dieser Arbeit besteht in der geringen Anzahl an Beobachtungen. Dies ist einerseits auf eine begrenzte Datenverfügbarkeit und andererseits auf den gewählten Untersuchungsgegenstand zurückzuführen. Zukünftige Forschungsperspektiven werden daher in der Wiederholung der gleichen Untersuchung mit einem größerem Stichprobenumfang gesehen, um die Belastbarkeit der Ergebnisse zu überprüfen. Ein größerer Stichprobenumfang würde es darüber hinaus ermöglichen, getrennte Analysen für die unterschiedlichen Phasen des EU ETS sowie für die unterschiedlichen Stromerzeuger durchzuführen und zu prüfen, ob dies Auswirkungen auf die Ergebnisse hat.

Eine weitere Limitation dieser Arbeit ist, dass ausschließlich der lineare Zusammenhang zwischen der CEP und der CFP untersucht wurde. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass der Zusammenhang nicht linear ist.

Literaturverzeichnis

- Alvarez, I.G. (2012): Impact of CO₂ emission variation on firm performance, *Business Strategy and the Environment*, 21(7), S. 435-454.
- Ambec, S. & Lanoie, P. (2008): Does it pay to be green? A systematic overview, *Academy of Management Perspectives*, 22(4), S. 45-62.
- Bansal, P. & Clelland, I. (2004): Talking trash: Legitimacy, impression management, and unsystematic risk in the context of the natural environment, *Academy of Management Journal*, 47(1), S. 93-103.
- Barney, J. (1991): Firm resources and sustained competitive advantage, *Journal of Management*, 17(1), S. 99-120.
- Bassen, A., Busch, T., Lewandowski, S. & Sump, F. (2016): Wesentlichkeit von CO₂-Emissionen für Investitionsentscheidungen, Union Investment: https://institutional.union-investment.de/dms/Institutional-NEU/kompetenzen/nachhaltige-investments/studien/Studie_Bassen_Wesentlichkeit_von_CO2-Emissionen_2016.pdf (Zugriff: 04.01.2017).
- Brzobohatý, T. & Janský, P. (2010): Impact of CO₂ emissions reductions on firms' finance in an emerging economy: The case of the Czech Republic, *Transition Studies Review*, 17(4), S. 725-736.
- Busch, T. & Hoffmann, V.H. (2011): How hot is your bottom line? Linking carbon and financial performance, *Business & Society*, 50(2), S. 233-265.
- Combs, J.G., Crook, T.R. & Shook, C.L. (2005): The dimensionality of organizational performance and its implications for strategic management research, in: David J. Ketchen, Donald D. Bergh (Hrsg.): *Research Methodology in Strategy and Management*, Volume 2, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, U.K., S. 259-286.
- Delmas, M.A. & Nairn-Birch, N.S. (2010): Is the tail wagging the dog? An empirical analysis of corporate carbon footprints and financial performance, Working Paper, University of California: <http://www.ioe.ucla.edu/perch/resources/2010-delmas-nairn-tail-wagging-dog.pdf> (Zugriff am: 04.01.2017).
- Delmas, M.A., Nairn-Birch, N. & Lim, J. (2015): Dynamics of environmental and financial performance: The case of greenhouse gas emissions, *Organization & Environment*, 28(4), S. 374-393.

- Friedman, M. (1970, September 13): The social responsibility of business is to increase its profits, *New York Times*, 32-33, S. 122-126.
- Fujii, H., Iwata, K., Kaneko, S. & Managi, S. (2013): Corporate environmental and economic performance of Japanese manufacturing firms: Empirical study for sustainable development, *Business Strategy and the Environment*, 22(3), S.187-201.
- Gallego-Alvarez, I., Segura, L. & Martinez-Ferrero, J. (2015): Carbon emission reduction: The impact on the financial and operational performance of international companies, *Journal of Cleaner Production*, 103, S. 149-159.
- Green, W.H. (1999): *Econometric Analysis*, Prentice-Hall, New York.
- Günther, E., Hoppe, H. & Endrikat, J. (2011): Corporate financial performance and corporate environmental performance: A perfect match? *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, 34(3), S. 279-296.
- Hamann, P.M., Schiemann, F., Bellora, L. & Guenther, T.W. (2013): Exploring the dimensions of organizational performance: A construct validity study, *Organizational Research Methods*, 16(1), S. 67-87.
- Hatakeda, T., Kokubu, K., Kajiwara, T. & Nishitani, K. (2012): Factors influencing corporate environmental protection activities for greenhouse gas emission reductions: The relationship between environmental and financial performance, *Environmental and Resource Economics*, 53(4), S. 455-481.
- Hoffmann, V.H. & Busch, T. (2008): Corporate carbon performance indicators, *Journal of Industrial Ecology*, 12(4), S. 505-520.
- Horváthová, E. (2010): Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis, *Ecological Economics*, 70(1), S. 52-59.
- Horváthová, E. (2012): The impact of environmental performance on firm performance: Short-term costs and long-term benefits?, *Ecological Economics*, 84, S. 91-97.
- ICB, Industry Classification Benchmark: <http://www.ftse.com/products/downloads/ICBStructure-Ger.pdf> (Zugriff am: 04.01.2017).
- IFM Bonn, Institut für Mittelstandsforschung Bonn (2012): Unternehmensgrößenstatistik – Unternehmen, Umsatz und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte 2004 bis 2009 in Deutschland, Ergebnisse des Unternehmensregisters (URS 95). Institut für Mittelstandsforschung Bonn, Bonn.

- ISO, International Organization for Standardization (1999): ISO 14031:1999. Environmental Management – Environmental Performance Evaluation – Guidelines, ISO, Geneva.
- Iwata, H. & Okada, K. (2011): How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms, *Ecological Economics*, 70(9), S. 1691-1700.
- King, A.A. & Lenox, M.J. (2001): Does it really pay to be green? An empirical study of firm environmental and financial performance, *Journal of Industrial Ecology*, 5(1), S. 105-116.
- King, A.A. & Lenox, M.J. (2002): Exploring the locus of profitable pollution reduction, *Management Science*, 48(2), S. 289-299.
- Kmenta, J. (1997): *Elements of Econometrics*, 2. Aufl., The University of Michigan Press, Michigan.
- Lewandowski, S. (2015): Carbon emissions and corporate financial performance: A systematic literature review and options for methodological enhancements, in: Schaltegger, S., Zvezdov, D., Alvarez Etxeberria, I., Csutora, M., Günther, E. (Hrsg.): *Corporate Carbon and Climate Accounting*, Springer, Schweiz, S. 193-215.
- Margolis, J.D., Elfenbein, H. & Walsh, J.P. (2007): Does it pay to be good? A meta-analysis and redirection of research on the relationship between corporate social and financial performance, Working Paper, Harvard University: http://www.hks.harvard.edu/m-rcbg/papers/seminars/margolis_november_07.pdf (Zugriff am: 04.01.2017)
- Matthews, H.S., Hendrickson, C.T. & Weber, C.L. (2008): The importance of carbon footprint estimation boundaries, *Environmental Science & Technology*, 42(16), S. 5839-5842.
- Misani, N. & Pogutz, S. (2015): Unraveling the effects of environmental outcomes and processes on financial performance: A non-linear approach, *Ecological Economics*, 109, S. 150-160.
- Nishitani, K. & Kokubu, K. (2012): Why does the reduction of greenhouse gas emissions enhance firm value? The case of Japanese manufacturing firms, *Business Strategy and the Environment*, 21(8), S. 517-529.
- Orlitzky, M., Schmidt, F.L. & Rynes, S.L. (2003): Corporate social and financial performance: A meta-analysis, *Organization Studies*, 24(3), S. 403-441.

- Pogutz, S. & Russo, A. (2009): Eco-efficiency vs eco-effectiveness: Exploring the link between GHG emissions and firm performance, *Academy of Management Proceedings*, 2009(1), S. 1-6.
- Porter, M. & van der Linde, C. (1995): Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship, *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), S. 97-118.
- Tatsuo, K. (2010): An analysis of the eco-efficiency and economic performance of Japanese companies, *Asian Business & Management*, 9(2), S. 209-222.
- Thomson Reuters (a): <http://thomsonreuters.com/en/press-releases/2012/thomson-reuters-launches-datastream-professional.html> (Zugriff am: 04.01.2017).
- Thomson Reuters (b): <http://financial.thomsonreuters.com/content/dam/openweb/-documents/pdf/financial/esg-research-brochure.pdf> (Zugriff am: 04.01.2017).
- Trumpp, C. & Guenther, T. (2015): Too little or too much? Exploring U-shaped relationships between corporate environmental performance and corporate financial performance, *Business Strategy and the Environment*, (in Press).
- Umweltbundesamt (a): <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klimaenergie/internationale-eu-klimapolitik/kyoto-protokoll#textpart-1> (Zugriff am: 04.01.2017).
- Umweltbundesamt (b): <http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/der-europaeische-emissionshandel#textpart-2> (Zugriff am: 04.01.2017).
- Umweltbundesamt (c): <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren> (Zugriff am: 04.01.2017).
- Wagner, M. (2010): The role of corporate sustainability performance for economic performance: A firm-level analysis of moderation effects, *Ecological Economics*, 69(7), S. 1553-1560.
- WRI & WBCSD, World Resource Institute & World Business Council for Sustainable Development (2004): *The GHG Protocol: A corporate reporting and accounting standard (revised edition)*. WBCSD, Geneva.

Anhang

Appendix 1: Ergebnisse der bivariaten Korrelation für $CEP_{(t-2)}$, $CEP_{(t-3)}$, $CEP_{(t-6)}$

	<i>CFP</i> (<i>ROA</i>)	<i>CFP</i> (<i>ROE</i>)	<i>CFP</i> (<i>ROS</i>)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1) $CEP_{(t-2)}$	0,40***	0,13	-0,08	1,00					
(2) $CEP_{(t-3)}$	0,30***	0,08	-0,09	0,97***	1,00				
(3) $CEP_{(t-6)}$	0,20	0,08	-0,15	0,93***	0,95***	1,00			
(4) <i>SIZE</i>	0,18***	0,12*	0,12*	-0,14	-0,15	-0,07	1,00		
(5) <i>RISK</i>	-0,05	0,10	0,38***	-0,48***	-0,50***	-0,52***	0,15**	1,00	
(6) <i>GROWTH</i>	0,19***	0,16**	-0,01	0,07	0,03	0,31*	-0,02	-0,03	1,00
(7) <i>CAPINT</i>	0,17**	0,47***	-0,22***	-0,06	-0,05	0,02	0,07	-0,09	0,12*

* $p < 0,10$

** $p < 0,05$

*** $p < 0,01$

Appendix 2: Regressionsergebnisse für Modell 5 - 7

Unabhängige Variablen	CFP (ROA)			CFP (ROE)			CFP (ROS)		
	Modell 5	Modell 6	Modell 7	Modell 5	Modell 6	Modell 7	Modell 5	Modell 6	Modell 7
<i>CEP</i> _(t-2)	0,017* (0,009)			0,055* (0,030)			0,007 (0,009)		
<i>CEP</i> _(t-3)		-0,004 (0,011)			0,039 (0,477)			0,009 (0,010)	
<i>CEP</i> _(t-6)			0,002 (0,012)			0,008 (0,033)			0,008 (0,017)
<i>SIZE</i>	-0,002 (0,005)	-0,007 (0,009)	-0,011 (0,007)	-0,054* (0,027)	-0,057 (0,041)	-0,119*** (0,024)	0,002 (0,010)	-0,008 (0,012)	-0,006 (0,009)
<i>RISK</i>	-0,085 (0,082)	-0,197 (0,190)	-0,052 (0,111)	-0,453 (0,543)	-1,439 (1,077)	-0,703 (0,904)	-0,110 (0,147)	-0,143 (0,247)	0,250 (0,365)
<i>GROWTH</i>	0,037 (0,026)	0,018 (0,024)	-0,065 (0,0434)	0,118 (0,102)	0,156 (0,128)	-0,261 (0,182)	0,019 (0,021)	-0,018 (0,050)	-0,108 (0,120)
<i>CAPINT</i>	0,008*** (0,038)	0,007** (0,003)	0,011*** (0,001)	0,144*** (0,027)	0,141*** (0,028)	0,158*** (0,009)	0,020*** (0,003)	0,020*** (0,004)	0,024*** (0,003)
<i>CONSTANT</i>	0,038 (0,044)	0,156 (0,092)	0,136* (0,064)	0,336 (0,335)	0,697 (0,421)	1,057*** (0,247)	0,139 (0,090)	0,238** (0,083)	0,102 (0,103)
N	101	85	38	101	85	38	101	85	38
F-Statistik	7,83***	68,18***	476,20***	44,53***	128,39***	562,1***	7,61***	10,06***	307,43***
Korrigiertes R ²	0,261	0,247	0,698	0,752	0,801	0,967	0,407	0,478	0,773

* $p < 0,10$ ** $p < 0,05$ *** $p < 0,01$

Der Standardfehler (\pm) der Schätzung ist in Klammern angegeben.

```

1
2 * Zusammenhang zwischen CO2-Emissionen und Profitabilität im Energiesektor (Thomson
  Reuter Datastream)
3 *
  -----
  -----
4
5 version 12.1
6
7 * Datensatz öffnen
8 use energy, clear
9
10 * Daten sortieren
11 sort no year
12
13 * Umfang des Datensatzes
14 inspect ctry //Anzahl der Staaten
15 tabulate name //Anzahl der Unternehmen
16
17 * Behalte folgende Länder
18 #delimit ;
19 keep if
20 ctry==37| // Austria
21 ctry==68| // Czech Republic
22 ctry==30| // Germany
23 ctry==42| // Spain
24 ctry==45| // Finnland
25 ctry==29| // France
26 ctry==1| // United Kingdom
27 ctry==38| // Greece
28 ctry==31| // Italy
29 ctry==9| // Poland
30 ctry==40; // Portugal
31
32 #delimit cr
33
34 * Stichprobenumfang
35 inspect ctry //Anzahl der Staaten
36 tabulate name //Anzahl der Unternehmen
37
38 * Entferne folgende Unternehmen ohne Scope-1-Emissionsdaten:
39 #delimit ;
40 drop if
41 name=="ENBW ENGE.BADEN-WURTG."|
42 name=="ELECNR"|
43 name=="INFINIS ENERGY SUSP - 16/12/15"|
44 name=="ENERGA"|
45 name=="TAURON POLSKA ENERGIA"|
46 name=="ENEL GREEN POWER"|
47 name=="INIZIATIVE BERSA"|
48 name=="ENEA"|
49 name=="PKA.GRUPA ENERGETYCZNA"|
50 name=="ZESPOL ELEKTROWNI PAK";
51 #delimit cr
52
53 * finaler Stichprobenumfang
54 inspect ctry //Anzahl der Staaten
55 tabulate name //Anzahl der Unternehmen
56
57 * Variablen transformieren
58 replace roa = roa/100 // ROA
59 replace roe = roe/100 // ROE
60 replace ros = ros/100 // ROS
61 replace salesgrowth = salesgrowth/100 // Unternehmenswachstum
62
63 * Neue Variablen erstellen
64 gen coint = scopeltr/sales // CO2-Intensität
65 label variable coint "CO2-Intensität (scopel/sales)"
66
67 gen size = log(mv) // Firmengröße
68 label variable size "Firmengröße (mv)"
69
70 gen risk = ltdebt/assets // Finanzierungsrisiko
71 label variable risk "Finanzierungsrisiko"
72

```

```

73 gen growth = salesgrowth // Unternehmenswachstum
74 label variable risk "Unternehmenswachstum"
75
76 gen capint = sales/equity // Kapitalintensität
77 label variable capint "Kapitalintensität (sales/equity)"
78
79 by no: gen cointl原因1 = coint[_n-1] // Timelag 1 Jahr
80 label variable cointl原因1 "CO2-Intensität t-1"
81
82 by no: gen cointl原因2 = coint[_n-2] // Timelag 2 Jahr
83 label variable cointl原因2 "CO2-Intensität t-2"
84
85 by no: gen cointl原因3 = coint[_n-3] // Timelag 3 Jahr
86 label variable cointl原因3 "CO2-Intensität t-3"
87
88 by no: gen cointl原因4 = coint[_n-4] // Timelag 4 Jahr
89 label variable cointl原因4 "CO2-Intensität t-4"
90
91 by no: gen cointl原因5 = coint[_n-5] // Timelag 5 Jahre
92 label variable cointl原因5 "CO2-Intensität t-5"
93
94 by no: gen cointl原因6 = coint[_n-6] // Timelag 6 Jahr
95 label variable cointl原因6 "CO2-Intensität t-6"
96
97
98 *+++ STATISTISCHE TEST +++
99
100 // Ausreißer
101 * multiple lineare Regressionsanalyse
102 regress roa coint size risk growth capint
103 estimates store normalroa // Speichern der Regressionsergebnisse
104
105 regress roe coint size risk growth capint
106 estimates store normalroe // Speichern der Regressionsergebnisse
107
108 regress ros coint size risk growth capint
109 estimates store normalros // Speichern der Regressionsergebnisse
110
111 * Einflussreiche Beobachtungen
112 dfbeta
113
114 * Graphische Darstellung der Ausreißer
115 graph box _dfbeta_1 // CO2-Intensität
116 gr export dfbeta1.pdf, replace
117
118 graph box _dfbeta_2 // Firmengröße
119 gr export dfbeta2.pdf, replace
120
121 graph box _dfbeta_3 // Finanzierungsrisiko
122 gr export dfbeta3.pdf, replace
123
124 graph box _dfbeta_4 // Unternehmenswachstum
125 gr export dfbeta4.pdf, replace
126
127 graph box _dfbeta_5 // Kapitalintensität
128 gr export dfbeta5.pdf, replace
129
130
131
132 // Test auf Normalverteilung
133 regress roa coint size risk growth capint
134 predict residuen, residuals
135 sktest residuen
136
137 * Residual-vs.-Fitted-Plots (Untersuchung, ob der Erwartungswert der Fehlerterme = 0 ist)
138 rvfplot
139 gr export rvfplot.pdf, replace // Exportieren der Grafik
140
141
142
143 // Homoskedastizität
144 xtset no year, yearly // Zeit und Einheit festlegen
145 xtreg roa coint size risk growth capint // ROA
146 xttest0 // H0 = Die Störterme sind homoskedastisch verteilt
147

```



```

148 xtreg roe coint size risk growth capint // ROE
149 xttest0 // H0 = Die Störterme sind homoskedastisch verteilt
150
151 xtreg ros coint size risk growth capint // ROS
152 xttest0 // H0 = Die Störterme sind homoskedastisch verteilt
153
154
155 // Bivariate Korrelation & Multikollinearität
156
157 * Korrelationsmatrix erstellen
158 pwcorr roa roe ros cointlag1 cointlag2 cointlag3 cointlag4 cointlag5 cointlag6 size risk
growth capint, sig
159
160 * Grafische Darstellung der Korrelationen
161 estimates restore normalroa // Ergebnisse der multiplen lineare Regression
abrufen für ROA
162 estimates restore normalroe // Ergebnisse der multiplen lineare Regression
abrufen für ROE
163 estimates restore normalros // Ergebnisse der multiplen lineare Regression
abrufen für ROS
164
165 graph matrix roa coint size risk growth capint
166 gr export korrelationsmatrix-roa.pdf, replace // Exportieren der Grafik
167
168 graph matrix roe coint size risk growth capint
169 gr export korrelationsmatrix-roe.pdf, replace // Exportieren der Grafik
170
171 graph matrix ros coint size risk growth capint
172 gr export korrelationsmatrix-ros.pdf, replace // Exportieren der Grafik
173
174 * Test auf Multikollinearität
175 collin coint size risk growth capint
176 collin cointlag1 size risk growth capint
177 collin cointlag2 size risk growth capint
178 collin cointlag3 size risk growth capint
179 collin cointlag4 size risk growth capint
180 collin cointlag5 size risk growth capint
181 collin cointlag6 size risk growth capint
182
183 *+++ PANELDANTEN REGRESSION +++
184
185 // Hausman-Test
186
187 * fixed effects Panel Data Regressionsanalyse
188 xtreg roa coint size risk growth capint, fe // ROA
189 estimates store roafixed // Speichern der Ergebnisse
190
191 xtreg roe coint size risk growth capint, fe // ROE
192 estimates store roefixed // Speichern der Ergebnisse
193
194 xtreg ros coint size risk growth capint, fe // ROS
195 estimates store rosfixed // Speichern der Ergebnisse
196
197 * random effects Panel Data Regressionsanalyse
198 xtreg roa coint size risk growth capint // ROA
199 estimates store roarandom // Speichern der Ergebnisse
200
201 xtreg roe coint size risk growth capint // ROE
202 estimates store roerandom // Speichern der Ergebnisse
203
204 xtreg ros coint size risk growth capint // ROS
205 estimates store rosrandom // Speichern der Ergebnisse
206
207 hausman roafixed roarandom // Hausman-Test für ROA
208 hausman roefixed roerandom // Hausman-Test für ROE
209 hausman rosfixed rosrandom // Hausman-Test für ROS
210
211
212
213 *+++ ERGEBNISSE +++
214
215 // Deskriptive Statistik
216 * Häufigkeitstabelle zu den Ländern
217 tabulate ctry
218

```

```

219 *   Firmenjahre pro Staat
220 *   United Kingdom
221 summarize count if ctry==1& count>0
222 summarize countlag1 if ctry==1& countlag1>0
223 summarize countlag4 if ctry==1& countlag4>0
224 summarize countlag5 if ctry==1& countlag5>0
225
226 *   France
227 summarize count if ctry==29& count>0
228 summarize countlag1 if ctry==29& countlag1>0
229 summarize countlag4 if ctry==29& countlag4>0
230 summarize countlag5 if ctry==29& countlag5>0
231
232 *   Germany
233 summarize count if ctry==30& count>0
234 summarize countlag1 if ctry==30& countlag1>0
235 summarize countlag4 if ctry==30& countlag4>0
236 summarize countlag5 if ctry==30& countlag5>0
237
238 *   Italy
239 summarize count if ctry==31& count>0
240 summarize countlag1 if ctry==31& countlag1>0
241 summarize countlag4 if ctry==31& countlag4>0
242 summarize countlag5 if ctry==31& countlag5>0
243
244 *   Austria
245 summarize count if ctry==37& count>0
246 summarize countlag1 if ctry==37& countlag1>0
247 summarize countlag4 if ctry==37& countlag4>0
248 summarize countlag5 if ctry==37& countlag5>0
249
250 *   Greece
251 summarize count if ctry==38& count>0
252 summarize countlag1 if ctry==38& countlag1>0
253 summarize countlag4 if ctry==38& countlag4>0
254 summarize countlag5 if ctry==38& countlag5>0
255
256 *   Portugal
257 summarize count if ctry==40& count>0
258 summarize countlag1 if ctry==40& countlag1>0
259 summarize countlag4 if ctry==40& countlag4>0
260 summarize countlag5 if ctry==40& countlag5>0
261
262 *   Spain
263 summarize count if ctry==42& count>0
264 summarize countlag1 if ctry==42& countlag1>0
265 summarize countlag4 if ctry==42& countlag4>0
266 summarize countlag5 if ctry==42& countlag5>0
267
268 *   Finnland
269 summarize count if ctry==45& count>0
270 summarize countlag1 if ctry==45& countlag1>0
271 summarize countlag4 if ctry==45& countlag4>0
272 summarize countlag5 if ctry==45& countlag5>0
273
274 *   Czech Republic
275 summarize count if ctry==68& count>0
276 summarize countlag1 if ctry==68& countlag1>0
277 summarize countlag4 if ctry==68& countlag4>0
278 summarize countlag5 if ctry==68& countlag5>0
279
280 *   Poland
281 summarize count if ctry==9& count>0
282 summarize countlag1 if ctry==9& countlag1>0
283 summarize countlag4 if ctry==9& countlag4>0
284 summarize countlag5 if ctry==9& countlag5>0
285
286
287 *   Tabelle mit deskriptiver Statistik (Anzahl der Beobachtungen, Durchschnitt, ...)
288 summarize no ctry year roa roe ros count size risk growth capint
289
290
291
292 // Zusammenhang nach Jahren
293 xtset no year, yearly           // Zeit und Einheit festlegen

```

```
294
295 * Zusammenhang nach Jahren für ROA
296 xtreg roa cointlag1 size risk growth capint, fe vce(robust)
297 ereturn list r2_a // korregierter R2
298 xtreg roa cointlag2 size risk growth capint, fe vce(robust)
299 ereturn list r2_a
300 xtreg roa cointlag3 size risk growth capint, fe vce(robust)
301 ereturn list r2_a
302 xtreg roa cointlag4 size risk growth capint, fe vce(robust)
303 ereturn list r2_a
304 xtreg roa cointlag5 size risk growth capint, fe vce(robust)
305 ereturn list r2_a
306 xtreg roa cointlag6 size risk growth capint, fe vce(robust)
307 ereturn list r2_a
308
309 * Zusammenhang nach Jahren für ROE
310 xtreg roe cointlag1 size risk growth capint, fe vce(robust)
311 ereturn list r2_a
312 xtreg roe cointlag2 size risk growth capint, fe vce(robust)
313 ereturn list r2_a
314 xtreg roe cointlag3 size risk growth capint, fe vce(robust)
315 ereturn list r2_a
316 xtreg roe cointlag4 size risk growth capint, fe vce(robust)
317 ereturn list r2_a
318 xtreg roe cointlag5 size risk growth capint, fe vce(robust)
319 ereturn list r2_a
320 xtreg roe cointlag6 size risk growth capint, fe vce(robust)
321 ereturn list r2_a
322
323 * Zusammenhang nach Jahren für ROS
324 xtreg ros cointlag1 size risk growth capint, fe vce(robust)
325 ereturn list r2_a
326 xtreg ros cointlag2 size risk growth capint, fe vce(robust)
327 ereturn list r2_a
328 xtreg ros cointlag3 size risk growth capint, fe vce(robust)
329 ereturn list r2_a
330 xtreg ros cointlag4 size risk growth capint, fe vce(robust)
331 ereturn list r2_a
332 xtreg ros cointlag5 size risk growth capint, fe vce(robust)
333 ereturn list r2_a
334 xtreg ros cointlag6 size risk growth capint, fe vce(robust)
335 ereturn list r2_a
336
337
338 // Finale Regressionen
339
340 * Modell 1: kurzfristiger Zusammenhang
341 xtset no year, yearly //Zeit und Einheit festlegen
342 xtreg roa cointlag1 size risk growth capint, fe vce(robust)
343 ereturn list r2_a
344 xtreg roe cointlag1 size risk growth capint, fe vce(robust)
345 ereturn list r2_a
346 xtreg ros cointlag1 size risk growth capint, fe vce(robust)
347 ereturn list r2_a
348
349 * Modell 2: langfristiger Zusammenhang
350 xtreg roa cointlag4 size risk growth capint, fe vce(robust)
351 ereturn list r2_a
352 xtreg roe cointlag4 size risk growth capint, fe vce(robust)
353 ereturn list r2_a
354 xtreg ros cointlag4 size risk growth capint, fe vce(robust)
355 ereturn list r2_a
356
357 * Modell 3: langfristiger Zusammenhang
358 xtreg roa cointlag5 size risk growth capint, fe vce(robust)
359 ereturn list r2_a
360 xtreg roe cointlag5 size risk growth capint, fe vce(robust)
361 ereturn list r2_a
362 xtreg ros cointlag5 size risk growth capint, fe vce(robust)
363 ereturn list r2_a
364
365 * Modell 4: Test auf Kausalität:
366 xtreg coint roa size risk growth capint, fe vce(robust)
367 ereturn list r2_a
368 xtreg coint roe size risk growth capint, fe vce(robust)
```

```
369 ereturn list r2_a
370 xtreg coint ros size risk growth capint, fe vce(robust)
371 ereturn list r2_a
372
373 exit
374
```