

# Ökonometrische Analyse der Auswirkungen der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag auf ausgewählte Energieerzeuger

Moritz Damm

Gurlittstraße 16

40223 Düsseldorf

0172/8903561

moritz.damm@hhu.de

Matrikelnummer: 2099417

Volkswirtschaftslehre

6. Semester

Angefertigt für:

Düsseldorf Institute for Competition Economics

Erstprüfer: Herr Dr. Heimeshoff

Zweitprüfer: Herr Prof. Dr. Haucap

Heinrich-Heine Universität Düsseldorf

Abgabedatum: 7. September 2016

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Einleitung .....	1
1 Theorie der Informationsverarbeitung auf Finanzmärkten .....	3
2 Der Nationale Klimabeitrag.....	6
2.1 Vom Kyoto-Protokoll zum Eckpunktepapier Strommarkt.....	6
2.2 Die Ergebnisse der Task Force „CO <sup>2</sup> -Minderung“ .....	8
2.3 Studien, Demonstrationen und Gesetzesentwurf.....	10
2.4 Hypothese .....	15
3 Analyse .....	16
3.1 Datenmaterial .....	16
3.1.1 Datenbeschreibung.....	16
3.1.2 Statistische Eigenschaften.....	17
3.2 Ausreißeranalyse .....	19
3.2.1 Deskriptive Untersuchung.....	20
3.2.2 Ausreißererkennung mittels Standardabweichungsanalyse .....	22
3.2.3 Ausreißeranalyse mit Hilfe von Volatilitätsmodellen.....	25
4 Diskussion der Ergebnisse .....	32
5 Fazit .....	34
Literaturverzeichnis.....	35
Anhang .....	39
Eigenständigkeitserklärung .....	51

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Durchschnittspreis in Abhängigkeit der Zeitpunkte mit sich überschätzenden Händlern – entnommen aus „A Theory of Overconfidence, Self-Attribution and, Security Market Under- and Over-reactions“ .....	6
Abb. 2: Alternativmaßnahmen zum Klimabeitrag – entnommen aus „Eckpunkte für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende“ .....	12
Abb. 3: Kurs- und logarithmierte RWE Renditezeitreihe – Eigene Darstellung .....	16
Abb. 4: Kurs- und logarithmierte E.ON Renditezeitreihe– Eigene Darstellung.....	17
Abb. 5: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 23. März 2015 – Eigene Darstellung .....	20
Abb. 6: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 3. Juli 2015 – Eigene Darstellung.	21
Abb. 7: Normalverteilungs-QQ-Diagramm der Modellresiduen der Dax, RWE und E.ON Renditezeitreihen – Eigene Darstellung.....	28
Abb. 8: Aktionärsstruktur der RWE AG; Stand 31. Dezember 2015 - entnommen aus RWE AG 2015a .....	33
Abb. 9: Aktionärsstruktur der E.ON SE; Stand 31. Dezember 2015 - entnommen aus E.ON SE 2015 .....	33
Abb. 10: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 20. April 2015 – Eigene Darstellung .....	39
Abb. 11: : Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 25. April 2015 – Eigene Darstellung .....	39
Abb. 12: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 4. Juni 2015 – Eigene Darstellung .....	40

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammenfassung der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag – Eigene Darstellung .....	14
Tab. 2: Deskriptive Statistiken der stetigen Renditen in % – Eigene Darstellung.....	17
Tab. 3: Augmented-Dickey-Fuller Test auf Stationarität – Eigene Darstellung.....	18
Tab. 4: Jarque-Bera Test auf Normalverteilung – Eigene Darstellung.....	19
Tab. 5: Renditen außerhalb eines Intervalls von 3 und 4 (rot) Standardabweichungen – Eigene Darstellung .....	23
Tab. 6: Parameterschätzung der GARCH(1,1)-Modelle für die RWE und E.ON Renditezeitreihen – Eigene Darstellung.....	27
Tab. 7: Ljung-Box-Pierce-Test der geschätzten GARCH(1,1)-Modelle – Eigene Darstellung .....	27
Tab. 8: Potenzielle Ausreißer nach Doornik & Ooms – Eigene Darstellung.....	31

## Abkürzungsverzeichnis

ADF-Test .....	<i>Augmented-Dickey-Fuller-Test</i>
ALA .....	<i>Additiver Level Ausreißer</i>
ARCH.....	<i>Autoregressive Conditional Heteroskedasticity</i>
AVA .....	<i>Additiver Volatilitätsausreißer</i>
BDI.....	<i>Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.</i>
BUNBR .....	<i>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit</i>
DIW .....	<i>Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung</i>
E.ON .....	<i>E.ON SE</i>
ETS.....	<i>EU Emissions Trading System</i>
GARCH-Modelle ....	<i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity-Modell</i>
IG BCE.....	<i>Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie</i>
KVK .....	<i>kapazitätsreserve für versorgungssicherheit und Klimaschutz</i>
KWK .....	<i>Kraft-Wärme-Kopplung</i>
RWE.....	<i>RWE AG</i>
ver.di.....	<i>Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft</i>

# Einleitung

"[...] wir schaffen die Voraussetzungen für die Energieversorgung von morgen."

Bundeskanzlerin Angela Merkel 2011

---

Mit diesem Satz reagierte die Bundeskanzlerin Angela Merkel am 9. Juni 2011 in ihrer Regierungserklärung zur Energiepolitik auf die Nuklearkatastrophe von Fukushima und plädierte für den Ausstieg aus der atomaren Stromerzeugung sowie eine neue Struktur der Energieversorgung in Deutschland. So plötzlich wie diese Entwicklung schien, kann sie rückblickend nicht so gewertet werden. Bereits mit dem Kyoto-Protokoll von 1998 zeichnete sich ein Wandel in der Energiepolitik der beteiligten Staaten ab, welcher mit dem geplanten Atomausstieg und dem langfristigen Ziel, den stark CO<sup>2</sup> emittierenden Sektor des Braunkohleabbaus aus der Stromversorgungsstruktur zu eliminieren, auch in Deutschland erkennbar ist. Hierbei setzte sich die Bundesregierung im Koalitionsvertrag 2013 das Ziel im Vergleich zum Referenzjahr 1990 40% weniger CO<sup>2</sup> zu emittieren. Ausgehend von dieser Vorgabe stellt Bundesminister für Wirtschaft Sigmar Gabriel am 27. März 2015 das Eckpunktepapier „Strommarkt“ vor, in welchem als eine Maßnahme zur Reduktion der CO<sup>2</sup>-Emissionen der Nationale Klimabeitrag beschrieben wird. Da dieser Vorschlag einerseits ein gesamtwirtschaftlich weitgehender Schritt in der Entwicklung der Energiewende ist und andererseits dadurch der Energiesektor mit den zwei größten deutschen Energieerzeugern RWE AG (RWE) und E.ON SE (E.ON) beeinflusst wird, soll in dieser Arbeit der Einfluss der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag auf die Aktienkurse von RWE und E.ON ökonometrisch betrachtet werden. Hierbei ist von besonderer Prägnanz, dass bisherige Untersuchungen von Einflüsse politischer Entscheidungen auf Finanzmärkten sich einerseits auf die Auswirkungen von Wahlzyklen (vgl. Bechtel 2009) andererseits von internationaler Politik auf den Finanzsektor fokussiert haben (vgl. Schneider et al. 2009).

In der vorliegenden Arbeit werden im ersten Kapitel die zugrundeliegenden Theorien der Informationsverarbeitung auf Finanzmärkten vorgestellt und die Relevanz in Bezug auf die Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag herausgestellt.

Darauf aufbauend folgt im zweiten Kapitel die Beschreibung der historischen Entwicklung des Nationalen Klimabeitrags im Kontext der Energiewende, die Darstellung seiner Funktionsweise sowie ein Zeitstrahl, der aus dem Diskussionsverlauf

entwickelt wird und als Vergleichsmaß in den weiteren Untersuchungen dient. Ausgehend davon wird die der Interpretation zugrundeliegende Hypothese aufgestellt, welche im weiteren Verlauf kritisch in Bezug auf die Untersuchungsergebnisse gewürdigt wird.

Im dritten Kapitel folgt die eigentliche Analyse, welche basierend auf dem Erkennen von Ausreißern und ausgehend von einer deskriptiven Betrachtung der Renditezeitreihen von RWE im Vergleich zu E.ON potentielle Ausreißer mit den wichtigsten Zeitpunkten im Diskussionsverlauf um den Nationalen Klimabeitrag in Zusammenhang bringt. Hierauf folgt die tiefergehende Analyse der Finanzzeitreihen durch unterschiedliche Standardabweichungsintervalle, die auf dem Theorem von Tschebyschow basieren und mit dem Diskussionsverlauf verglichen werden. Eine abschließende feine Analyse auf vorliegende Ausreißer wird mittels der Modellierung von Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity-Modellen (GARCH-Modelle) vorgenommen, um die für Finanzzeitreihen typische Eigenschaft der Volatilitätscluster abbilden zu können. Anschließend wird mittels der Methode zur Ausreißererkennung in GARCH-Modellen von Jurgen A. Doornik und Marius Ooms werden die geschätzten Modelle untersucht.

Das vierte Kapitel unterzieht die Ergebnisse einer kritischen Betrachtung in Bezug auf die anfangs aufgestellte Hypothese und gibt einen Ausblick auf weitere mögliche Einflussfaktoren politischer Diskussionen auf Aktienkurse, mit besonderem Augenmerk auf der Aktionärsstruktur in Unternehmen und bereits im Aktienkurs eingepreisten politischen Entwicklungen, als bestehenden Forschungsbedarf.

Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse dieser Arbeit nochmals zusammen gefasst.

# 1 Theorie der Informationsverarbeitung auf Finanzmärkten

Zentrale Aufgabe des Kapitalmarktes ist es, die Allokation des Kapitals in der Volkswirtschaft so effizient wie möglich zu gestalten. Es muss daher gewährleistet sein, dass das Ertragspotential der Firmen in den Wertpapierkursen korrekt signalisiert wird. Dies ist nur möglich, wenn alle notwendigen Informationen darin enthalten sind (vgl. Fama 1970, 1970). Fama unterscheidet in seiner Theorie der effizienten Kapitalmärkte hierbei zwischen drei Arten von Informationseffizienz. Im Fall von schwacher Informationseffizienz werden in den Wertpapierkursen ausschließlich alle historischen Informationen widerspiegelt. Mittelstrenge Informationseffizienz ist gegeben, falls sich öffentlich zugängliche Informationen schnell in den Kursen niederschlagen. Unter strenger Informationseffizienz beschreibt er den Zustand, dass eine gegebene Gruppe von Investoren einen monopolistischen Zugang zu jeder für die Preisbildung relevanten Information hat und somit alle öffentlichen als auch privaten Informationen mit den Wertpapierkursen signalisiert werden. Mit Hilfe der erwarteten Rendite kann die vollständige Verarbeitung aller Informationen wie folgt dargestellt werden

$$E(\tilde{p}_{j,t+1}|\Phi_t) = [1 + E(\tilde{r}_{j,t+1}|\Phi_t)] \cdot p_{j,t} \quad (1)$$

Hierbei stellt  $E(\tilde{p}_{j,t+1}|\Phi_t)$  den Erwartungswert des Preises  $p_{j,t}$  des Wertpapiers  $j$  zum Zeitpunkt  $t$  und  $p_{j,t+1}$  diesen zum Zeitpunkt  $t$  dar.  $\tilde{r}_{j,t+1}$  ist als Rendite einer Periode in Prozent zu sehen.  $\Phi_t$  umfasst alle relevanten Informationen, welche vollständig im Wertpapierpreis zum Zeitpunkt  $t$  enthalten sind.  $\tilde{p}_{j,t+1}$  als auch  $\tilde{r}_{j,t+1}$  sind als Zufallsvariable zum Zeitpunkt  $t$  zu verstehen. Der Zustand der strengen Informationseffizienz ist allerdings nur erreichbar, wenn einerseits die Beobachtbarkeit der Informationen kostenfrei ist und Transaktionskosten nicht berücksichtigt werden, andererseits auch die Interpretation der Informationen für alle Marktteilnehmer identisch ist. Dies ist aber nach Fama keine notwendige Bedingung, da mögliche Fehlbewertungen durch Arbitrage wieder ausgeglichen werden können. Nachzulesen ist eine Zusammenfassung dieser Theorie in Informationsaggregation und Insidererkennung in Finanzmärkten (Nöth 1998, S. 6–12), wobei hierin weiterführende Analysen bezüglich Insidererkennung unternommen werden.

Darauf basierend untersuchte Sanford Grossmann (vgl. Grossmann 1976) das sogenannte Informationsparadoxon. Aufbauend auf strenger Informationseffizienz wird in diesem



Modell von riskanten und nicht-riskanten Wertpapieren ausgegangen. Hierbei gibt die verrauschte Information  $y_i$  des Händlers  $i$  Auskunft über den zukünftigen Preis  $P_1$ :

$$y_i = P_1 + \varepsilon_i \quad (2)$$

Grossmann kann nachweisen, dass in einem Modell ohne Kosten der Informationsbeschaffung ein rationales Erwartungsgleichgewicht entsteht, welches allerdings vom Mittelwert  $\bar{y}$  der individuellen Informationen abhängt und somit alle verfügbaren Informationen öffentlich macht. In einem Modell mit vorhandenen Informationskosten fehlt der Anreiz zum Informationserwerb, da sich alle kostenverursachenden Informationen sofort im Wertpapierpreis widerspiegeln und diese Kosten nicht durch zukünftig erzielte Gewinne ausgeglichen werden können. Als Lösung führen Sanford Grossmann und Joseph Stiglitz (vgl. Grossmann und Stiglitz 1980) einen zusätzlichen unbeobachtbaren Störterm ein, der zur Folge hat, dass das Wertpapierangebot  $x$  mit der Varianz  $\sigma_x^2$  zufallsabhängig ist. Als Konsequenz offenbart der Gleichgewichtspreis nun die Informationen nicht vollständig. Daher können die Kosten der Informationsbeschaffung von informierten Händlern durch Handel mit uninformierten Händlern gedeckt werden.

Ausgehend von mittelstrenger Informationseffizienz und dem Vorhandensein öffentlicher und privater Informationen definierten Kent Daniel, David Hirshleifer und Avanidhar Subrahmanyam 1998 ein Modell, welches von selbstsicheren Investoren und Selbstüberschätzung in bestimmten Situationen ausgeht und Grundlage der in dieser Arbeit erörterten Hypothese sein soll (vgl. Daniel et al. 1997). In ihrer Theorie wird zwischen zwei Gruppen unterschieden: den identisch risikoneutralen, zu Selbstüberschätzung<sup>1</sup> neigenden, informierten Händlern  $I$ , und den identisch risikoaversen, vollkommen rationalen, uninformierten Händlern  $U$ . Beide Gruppen,  $I$  und  $U$ , besitzen Wertpapiere, die sie an vier Zeitpunkten handeln können. Hierbei generiert ein Wertpapier einen normalverteilten Endwert  $\theta$  mit dem Mittelwert  $\bar{\theta}$  und der Varianz  $\sigma_\theta^2$ . Zum Zeitpunkt  $t = 0$  beginnen die Händler nach ihrer priorisierten Erwartung und ausschließlich zu optimalen Risikostreuung zu handeln. Zum Zeitpunkt  $t = 1$  bekommen die informierten  $I$ 's die verrauschte private Information  $s_1 = \theta + \epsilon$  über ein besichertes Wertpapier und handeln mit den uninformierten  $U$ 's. Hierbei ist  $\epsilon$  normalverteilt und

---

<sup>1</sup> Nachweise für Selbstüberschätzung in unterschiedlichen Berufsgruppen werden unter anderem für Manager (Russo, Edward, J. und Schoemaker, Paul, J., H. 1992), Investmentbanker (Stael von Holstein, Carl-Axel, S. 1972) und Börsenanalysten (Ahlers und Lakonishok 1983) gefunden.

unabhängig von  $\theta$  mit der Varianz  $\sigma_\epsilon^2$ . Zum Zeitpunkt  $t = 2$  treten verrauschte öffentliche Informationen  $s_2 = \theta + \eta$  auf. Hierbei stellt  $\eta$  ein normalverteiltes Rauschen dar, welches unabhängig von  $\theta$  sowie  $\epsilon$  ist mit einer Varianz von  $\sigma_\epsilon^2$ . Hieraufhin folgen zum Zeitpunkt  $t = 3$  beweiskräftige öffentliche Informationen und Liquidationsdividenden der Sicherheiten. In  $t = 1$  bewerten die  $I$ 's die Fehlervarianz mit  $\sigma_C^2 < \sigma_\epsilon^2$  im Vergleich zu den  $U$ 's inkorrekt.

Das sich einstellende Gleichgewicht ist wie folgt definiert:

- 1.) Zu jedem Zeitpunkt maximieren alle Individuen ihren erwarteten Nutzen als Funktion der Wertpapierendwerte bezüglich ihrer Präferenzen.
- 2.) Die Preise werden so gesetzt, dass die aggregierte Nachfrage nach Wertpapieren zu dem Zeitpunkt gleich dem aggregierten Angebot ist.
- 3.) Zu jedem Zeitpunkt sind die Individuen in der Lage zum Marktpreis ihr Wertpapierportfolio zu modifizieren.
- 4.) Die Individuen entscheiden zu jedem Zeitpunkt basierend auf den vorhandenen Informationen, die den Marktpreis und die  $I$ 's Überschätzung beinhalten.
- 5.) Es wird davon ausgegangen, dass die  $U$ 's  $\sigma_C^2 < \sigma_\epsilon^2$  voraussetzen und  $I$ 's dies allerdings korrekt einschätzen.

Anhand dieses Modells belegen Daniel, Hirshleifer und Subrahmanyam, dass die Überschätzung der informierten Händler zu Überreaktionen bezüglich privater Informationen führt. Intuitiv ist erkennbar, dass auf die private Information in  $t = 1$  überreagiert wird. Diese Überreaktion wird allerdings in  $t = 2$  durch die öffentliche Information erst teilweise und in  $t=3$  vollständig korrigiert. Abbildung 1 veranschaulicht diese Entwicklung.

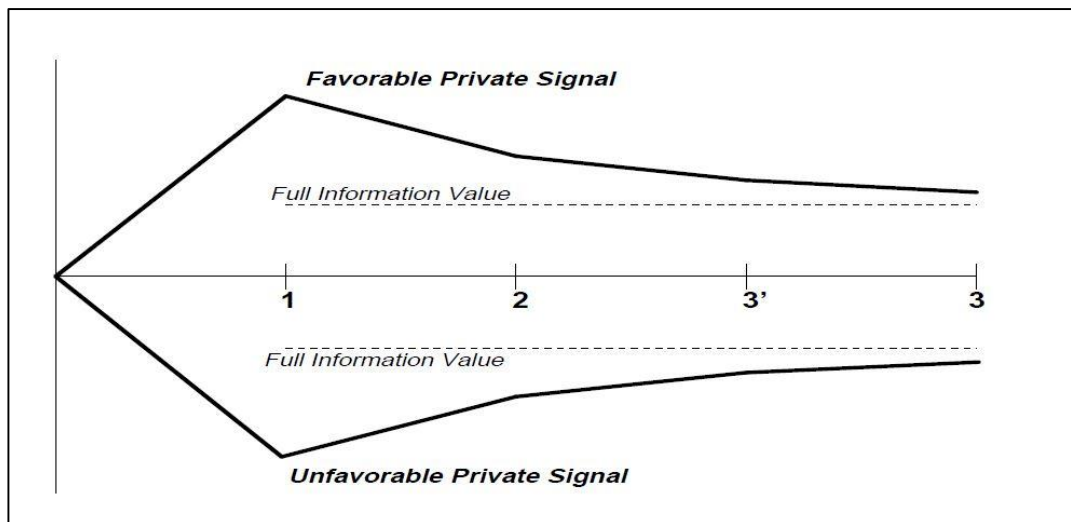


Abb. 1: Durchschnittspreis in Abhängigkeit der Zeitpunkte mit sich überschätzenden Händlern – entnommen aus „A Theory of Overconfidence, Self-Attribution and, Security Market Under- and Over-reactions“

Es ist ersichtlich, dass der Wert des Wertpapiers, dargestellt auf der y-Achse, bei favorisierter privater Information in  $t = 1$  überschätzt wird. Hieraus leiten die Autoren ab, dass aufgrund sich überschätzender Händler Wertpapierpreise auf öffentliche Informationen weniger stark reagieren als auf private Informationen. Darauf aufbauend soll in der vorliegenden Arbeit diese Theorie anhand der Diskussion um den nationalen Klimabeitrag geprüft werden.

## 2 Der Nationale Klimabeitrag

Im Verlauf der Energiewende ist die Untersuchung der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag von besonderer Relevanz, da dieser Vorschlag einerseits die langfristig angestrebte Eliminierung der Stromerzeugung durch Braunkohle aus dem Energiemix Deutschlands unterstützt und andererseits mit dieser Arbeit mögliche Auswirkungen der Diskussion eines politischen Vorschlags auf den Finanzmarkt untersucht werden, welcher schlussendlich in der vorgeschlagenen Form so nicht umgesetzt wurde.

### 2.1 Vom Kyoto-Protokoll zum Eckpunktepapier Strommarkt

Beginnend mit dem Kyoto-Protokoll (vgl. United Nations 1998), welches 2005 mit der Ratifizierung Russlands in Kraft trat, verpflichteten sich die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen in der ersten Verpflichtungsperiode bis 2012 um 8% und in der zweiten Verpflichtungsperiode bis 2020 um 20% im Vergleich zum Jahr 1990 zu senken. Zunehmend wurde dieses Ziel auch in der deutschen Innenpolitik

positioniert und im Begriff der „Energiewende“ verankert, welcher die Transformation von Energieerzeugung aus fossilen-nuklearen Energieträgern zu nachhaltigeren Methoden beschreibt. Besonders politisch brisant ist hierbei die Stellung des deutschen Braunkohleabbaus und der Weiterverarbeitung in Kraftwerken, die zu 24% zur Stromerzeugung in Deutschland beiträgt (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Öffentlichkeitsarbeit 2015). Mit der Studie „Zukunft der Braunkohle im Rahmen der Energiewende“ untersuchte das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) den fossilen Energieträger „Braunkohle“ aus betriebswirtschaftlicher und ökonomischer Sicht und kam zu den Ergebnissen, dass der Bau neuer Braunkohlekraftwerke wegen hoher Investitionskosten und abnehmender Vollaststunden betriebswirtschaftlich als unrentabel einzustufen sei (vgl. Gerbaulet et al. 2012). Wegen Übertragungsnetzrestriktionen sowie regional unterschiedlichen Stromnachfragen sind die Braunkohlereviere einerseits schlecht gelegen und können dadurch andererseits nicht effizient zum Kapazitätsausgleich beitragen. Das DIW kommt zu dem Schluss, dass Braunkohlekraftwerke für den Erfolg der Energiewende keine Rolle spielen. Auf Basis des Koalitionsvertrages 2013, in dem die Bundesregierung in Bezug zum Thema Klimaschutz das Ziel setzte, national die Treibhausgas-Emission bis zum Jahr 2020 um mindestens 40% gegenüber des Vergleichsjahres 1990 zu reduzieren (vgl. Bundesregierung 2013), wurde im Oktober 2014 das Grünbuch „Strommarkt 2.0“ veröffentlicht (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2014). Dies untermauert, auf wissenschaftlichen Gutachten basierend, unter anderem das Ziel der Strommarktreform, durch den neuen Ordnungsrahmen eine sichere, kosteneffiziente und umweltverträgliche Stromversorgung zu gewährleisten. Dabei bleiben die Aufgaben der Einsatz- und Vorhaltefunktion des Strommarktes identisch. Am 3. Dezember 2014 einigte man sich schließlich im Regierungskabinett auf das Aktionsprogramm „Klimaschutz 2020“, welches neben dem Ausbau erneuerbarer Energien, die Weiterentwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und des fossilen Kraftwerkparks auch einen zusätzlichen Minderungsbeitrag von weiteren 22 Mio. t in allen Sektoren unter Berücksichtigung des europäischen Zertifikathandels vorsieht (Bundesministerium für Umwelt Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit 2015b). Des Weiteren wurde vereinbart, dass der Bundesminister für Wirtschaft und Energie im Jahr 2015 hierzu einen Regelungsvorschlag vorzulegen hat. Bestätigt wurden diese Zielvorgaben mit dem Projektionsbericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BUNBR) vom 1. März 2015, in dem eine Schätzung der Entwicklung

der Treibhausgasemissionen in den nächsten 20 Jahren in der Bundesrepublik vorgenommen wird (Bundesministerium für Umwelt Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit 2015a). Hieraus ist ersichtlich, dass die Treibhausgasemissionen bis 2020 zwar sinken, allerdings selbst in Kombination der bisher geplanten Maßnahmen nur um 32,7% statt der avisierten 40% im Vergleich zum Referenzjahr 1990.

Mit dem „Eckpunktepapier Strommarkt“, welches Staatssekretär für Energie Rainer Baake 5 Tage vor offizieller Vorstellung vertrauten Journalisten zukommen ließ, legte das Wirtschaftsministerium am 26. März 2015 einen Regelungsvorschlag vor, der neben der rechtlichen Absicherung der freien Strompreisbildung, der Definition von technischen Datenschutzstandards im Strommarkt und der Bereitstellung einer Kapazitätsreserve zur zusätzlichen Absicherung, auch das Konzept des Nationalen Klimabeitrags beinhaltete (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2015a).

## 2.2 Die Ergebnisse der Task Force „CO<sup>2</sup>-Minderung“

Die Task Force „CO<sup>2</sup>-Minderung“, wurde in Zusammenarbeit mit dem Öko-Institut e.V. und der Prognos AG mit der Ausarbeitung eines Konzepts zum Erreichen der Emissionsminderung von 22 Mio. t CO<sup>2</sup> bis 2020 beauftragt. Sie fasste die Ausgangslage in drei grundlegenden Punkten zusammen (vgl. Task Force "CO<sup>2</sup>-Minderung" 2015). Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung stellten sich sehr niedrige Emission Trading System-Zertifikatspreise (ETS) ein, was eine ETS-Reform zwar notwendig machte, man diese allerdings nicht bis 2020 erfolgreich umgesetzt, geschweige denn wirksam sah. Auch war zu beobachten, dass Überkapazitäten auf dem deutschen Strommarkt auftraten, welche besonders durch alte emissionsintensive Kraftwerke entstanden. Des Weiteren wurde davon ausgegangen, dass ohne zusätzliche Maßnahmen das nationale Klimaziel von einer Minderung der CO<sup>2</sup>-Emissionen um 40% im Jahr 2020 verfehlt werden würde und moderne, emissionsarme Kraftwerke, anstatt alter emissionsintensiver Kraftwerken stillgelegt werden würden. Aus der Arbeit der Task Force entstand der Nationale Klimabeitrag dar. Dieser beschreibt ein Instrument, welches zum Ziel hat, Anlagenbetreibern von Kraftwerken einen ökonomischen Anreiz zu bieten, das Minderungsziel der CO<sup>2</sup>-Emission zu erreichen. Er soll einerseits weiterhin die wirtschaftliche Flexibilität der Kraftwerksbetreiber sowie eine Versorgungssicherheit auf hohem Niveau gewährleisten sowie andererseits die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft erhalten und mit dem europäischen Emissionshandel kompatibel sein.

Die Funktionsweise des Nationalen Klimabeitrags stellt sich wie folgt dar. Unabhängig vom Brennstoff wird ein Emissionsfreibetrag in Tonnen pro Gigawatt Kraftwerksleistung für jeden Kraftwerksblock festgelegt. Hierbei ist der Freibetrag in den ersten 20 Jahren nach Inbetriebnahme aufgrund des Bestandsschutzes unbegrenzt. Linear von 7 Mio. t CO<sup>2</sup> pro Gigawatt im 21. Jahr sinkt der Freibetrag auf 3 Mio. t pro Gigawatt im 41. Jahr. Hiernach steht der jährliche Freibetrag bei 3 Mio. t pro Gigawatt fest, wobei die Freibeträge zwischen den Kraftwerksblöcken nicht übertragbar sind. Es zeigt sich, dass die Emissionsminderungen aufgrund der Freistellung der ersten 20 Jahre besonders die älteren Kraftwerksblöcke betreffen und somit von emissionsintensiveren Kraftwerken erbracht werden. Hierbei sind KWK-Anlagen, Industriekraftwerke und Gaskraftwerke allerdings weitgehend freigestellt von Auflagen der CO<sup>2</sup>-Minderung. Daher wirkt der Freibetrag für Steinkohle- und Gaskraftwerke auch relativ schwach und für Braunkohlekraftwerke eher stark. Durch die Anforderung der Kompatibilität mit dem ETS-Zertifikathandel sieht der Nationale Klimabeitrag vor, dass für Emissionen, die den jährlichen Freibetrag überschreiten, zusätzliche ETS-Zertifikate abgegeben werden müssen, welche daraufhin gelöscht werden. Damit soll sichergestellt werden, dass das nationale Instrument auch im europäischen Rahmen Emissionsminderungen nach sich zieht. Um einen Anreiz zur Einhaltung der Freibeträge zu schaffen, müssen zusätzlich dazu im Jahr 2020 ETS-Zertifikate im Wert von 18-20 €/t CO<sup>2</sup> abgegeben werden. Somit soll ein weiteres administratives System vermieden werden.

Es ist erkennbar, dass durch eine fehlende Emissionsobergrenze die Anlagenbetreiber die Entscheidung über die Stromproduktion treffen und es der betriebswirtschaftlichen Optimierung obliegt, bis zu welchem Grad über den Freibetrag hinaus CO<sup>2</sup> emittiert werden soll. Durch eine somit erhöhte Nachfrage nach ETS-Zertifikaten sollen der derzeitige hohe Überschuss vermindert werden und trotzdem keine Effekte auf den Zertifikatspreis erkennbar sein. Im Vergleich zu möglichen Alternativmodellen wurde der Nationale Klimabeitrag bevorzugt, da er Modellberechnungen zufolge den Strompreis im Jahr 2020 nur um rund 0,2 Ct/kWh ansteigen lässt. Da es sich um ein Instrument der Preissteuerung handelt, wird die Abhängigkeit von Entwicklungen im Energiemarkt in die Berechnung der Auswirkungen als Risikofaktor einbezogen.

Die Task Force „CO<sup>2</sup>-Minderung“ kam durch die vorgestellten Überlegungen zu dem Schluss, dass mit dem Nationalen Klimabeitrag die negativen Effekte der Preissteuerung durch den geringen staatlichen Eingriff und den erwarteten niedrigen Strompreiseffekt ausgeglichen werden könnten.

### 2.3 Studien, Demonstrationen und Gesetzesentwurf

Die öffentliche Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag beginnt mit der inoffiziellen Bekanntmachung des „Eckpunktepapier Strommarkt“ durch Staatssekretär Rainer Baake am 21. März 2015. Der daraufhin von Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel am 26. März im Deutschen Bundestag erläuterte Nationale Klimabeitrag stößt, aufgrund eines möglichen Dominoeffekts, welcher vorerst einzelne Kraftwerke und anschließend ganze Tagebaue wegen fehlender Deckungsbeiträge treffen könne, bei Parteikollegen aus den Braunkohle abbaustarken Bundesländern auf Kritik (Frese 2015). Der vorgelegte Regelungsvorschlag wird sowohl vom Umweltbundesamt, welches in seinem am 1. April 2015 veröffentlichten Positionspapier zum Klimabeitrag diesen befürwortet und gegen befürchteten Stellenabbau sowie fehlende Deckungsbeiträge alter Braunkohlekraftwerke Stellung bezieht (vgl. Umweltbundesamt 2015), als auch von Öko-Institut e.V. und Prognos AG, die in ihren modellbasierten Hintergrundanalysen zum Klimabeitrag weder einen hohen Strompreis- noch Domino-Effekt erwarten, unterstützt (vgl. Matthes, Dr., Felix, Chr. et al.). Auch stellen sich mit der offenen Erklärung „Nationalen Klimabeitrag des Stromsektors konsequent umsetzen – 2020-Ziel einhalten“ im April 2015 mehr als 50 Ökonomen und Energiewissenschaftler hinter den Vorschlag des Wirtschaftsministers (vgl. Amani Joas 2015). Doch mit der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) positioniert sich ein weiterer Kritiker des Nationalen Klimabeitrags. In Zusammenarbeit mit der Investmentbank Lazard werden in der am 20. April 2015 vorgestellten Studie „Potentielle Auswirkungen des „Nationalen Klimaschutzbeitrags“ auf die Braunkohlewirtschaft“ von 38 untersuchten Kraftwerken 85-95% nach einem Cash-Flow-Szenario und 30-40% nach einem Deckungsbeitragsszenario als unprofitabel beziffert. Dies hätte nach Aussagen der Studie die Stilllegung eines Großteils der analysierten Kraftwerke zur Folge und damit verbunden den Arbeitsplatzverlust der dort Beschäftigten (vgl. Industriegewerkschaft Bergbau Chemie Energie 2015b). Darauf basierend rufen die Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft (ver.di) und die IG BCE gemeinsam am 25. April 2015 zu einer Kundgebung „Gegen Massenentlassungen und für soziale Sicherheit“ am Kanzleramt und am 26. April 2015 zu einer Demonstration vor dem Bundeswirtschaftsministerium auf (vgl. Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft). In einem an die beiden Vorsitzenden der Gewerkschaften IG BCE und ver.di Michael Vassiliadis und Frank Bsirske verfassten Brief, bestätigt Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel die Sorgen vor Arbeitsplatzverlust und Strukturbruch in den Braunkohleregionen als nachvollziehbar und kündigt bei Bestätigung der Befürchtungen die Überarbeitung

des Regelungsvorschlags an (vgl. Industriegewerkschaft Bergbau Chemie Energie 2015a). Von IG BCE und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) beauftragt, erstellen frontier economics und das Hamburgische WeltWirtschafts Institut eine Studie, die den Nationalen Klimabeitrag einschätzt und zu dem Ergebnis kommt, dass steigende Stromversorgungskosten und -preise, erhebliche Stilllegungen bei Braunkohlekraftwerken und der indirekte oder direkte Arbeitsplatzverlust von circa 40.000 Beschäftigten sowie politische Risiken durch fehlende Investorensicherheit mit der Umsetzung des Nationalen Klimabeitrags einher gehen (vgl. Unteutsch 2015). In einem Nachtrag unterbreitet die IG BCE einen Alternativvorschlag, der unter anderem die Verlängerung des Ausbaus der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die Durchführung eines Auktionsprozesses zur Einrichtung der Kapazitätsreserve für Versorgungssicherheit und Klimaschutz (KVK) bis 2016 sowie die schrittweise Stilllegung der Kraftwerke, welche vier Jahre in der KVK verweilt haben, vorsieht (vgl. Wiggershaus 2015).

Als Reaktion auf die Kundgebungen und den unterbreiteten Alternativvorschlag wird von den Parteivorsitzenden der CDU, CSU und SPD eine politische Vereinbarung am 1. Juli 2015 beschlossen und am 2. Juli 2015 in einer Pressekonferenz erläutert (vgl. Bundesregierung 2015). Ihre Inhalte umfassen unter anderem Alternativmaßnahmen für den Nationalen Klimabeitrag, welche die Überführung von Braunkohlekraftwerksblöcken in die Kapazitätsreserve in einem Umfang von 2,7 Gigawatt beinhalten, auf die eine schrittweise Stilllegung erfolgen soll. Parallel dazu wird die Zusicherung der Braunkohlewirtschaft gefordert, eine CO<sub>2</sub>-Emissionen um 1,5 Mio. t pro Jahr ab 2018 zu verringern.

In Abbildung 2 sind die Alternativmaßnahmen zusammengefasst.



Maßnahmen	Zusätzlicher CO <sub>2</sub> - Minderungsbeitrag pro Jahr	Kosten
Kapazitätsreserve mit 2,7 GW Braunkohlekraftwerken	11,0 bis 12,5 Mio. t CO <sub>2</sub>	Umlage
Ggf. zusätzliche Minderung der Braunkohlewirtschaft	1,5 Mio. t CO <sub>2</sub>	Zu klären
Zusätzliche KWK-Förderung	4 Mio. t CO <sub>2</sub>	500 Mio. Euro/Jahr über KWK-Umlage umzulegen
Effizienz im Gebäudebereich	2,5 Mio. t CO <sub>2</sub>	Öffentliche Mittel
Effizienz in den Kommunen	1,0 Mio. t CO <sub>2</sub>	Öffentliche Mittel
Effizienz in der Industrie	1,0 Mio. t CO <sub>2</sub>	Öffentliche Mittel
Effizienz bei der DB AG	1,0 Mio. t CO <sub>2</sub>	Öffentliche Mittel
<b>Gesamt</b>	<b>22 Mio. t CO<sub>2</sub></b>	

Abb. 2: Alternativmaßnahmen zum Klimabeitrag – entnommen aus „Eckpunkte für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende“

Aufbauend auf den „Eckpunkte[n] für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende“ wird am 3. Juli 2015 das Weißbuch „Ein Strommarkt für die Energiewende“ eröffnet, welches die Vorstellung und Erklärung der bisher diskutierten Maßnahmen zusammenfasst (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2015b). Hierzu gehört der Plan, eine Kapazitätsreserve einzuführen und die bisherige Netzreserve weiterzuentwickeln. Matthias Hartung, Vorstandsvorsitzender der RWE Power AG bestätigt am 14. Juli 2015 in einer Pressemitteilung aus Sicht von RWE die Kapazitätsreserve als dem Klimaschutzziel dienliche, preiswertere und sozialverträgliche Lösung (RWE AG 2015b).

Bereits am 14. September 2015 wird der Referentenentwurf des Strommarktgesetzes, welcher auf dem diskutierten Grün- und Weißbuch basiert, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie vorgelegt (vgl. Guido 2015). Er enthält unter anderem die Maßnahme der Errichtung eines Klimasegments, in dem überführte Braunkohlekraftwerke nach 4 Jahren stillgelegt werden. Da die zusätzliche Abgabe als ökonomisches Instrument zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emission ab der Erstellung des Weißbuches keine Rolle mehr in der Debatte einnimmt, kann somit der 3. Juli 2015 als Endzeitpunkt der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag festgestellt werden.

Tabelle 1 fasst die wichtigen Zeitpunkte der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag, welche in den weiteren Analysen untersucht werden, in einem Zeitstrahl zusammen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die offiziellen Bekanntmachungen der involvierten Parteien einen möglichen Einfluss auf die zu untersuchenden Kurszeitreihen

zeigen. Diese umfassen die offiziellen Bekanntmachungen der Bundesinstitutionen (orange hinterlegt), der Gewerkschaften (blau hinterlegt) und von RWE (grün hinterlegt). Rot hervorgehoben sind die wichtigsten Zeitpunkte. Sie beginnen mit dem Kabinettsbeschluss zum „Aktionsprogramm 2020“ am 3. Dezember 2014, in welchem die Erarbeitung eines Regelungsvorschlags zur CO<sup>2</sup>-Minderung von Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel beschlossen wurde und enden mit dem Referentenentwurf des Strommarktgesetzes, welcher am 14. September 2015 vorgelegt wurde.

Datum	Ereignis	Autor
<b>03.12.2014</b>	Kabinettsbeschluss zum "Aktionsprogramm 2020"	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
01.03.2015	Projektionsbericht der Bundesregierung 2015	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<b>21.03.2015</b>	Bekanntmachung Eckpunkte-Papier "Strommarkt" durch Staatssekretär Rainer Baake	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
27.03.2015	Eckpunkte-Papier "Strommarkt"  Vorstellung "Nationaler Klimabeitrag"	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie Task Force "CO <sup>2</sup> -Minderung"; BUNBR; Öko-Institut e.V. & Prognos AG
01.04.2015	Positionspapier zum Klimabeitrag	Umweltbundesamt
13.04.2015	Das CO <sup>2</sup> -Instrument für den Stromsektor: Modellbasierte Hintergrundanalysen	Öko-Institut e.V.; Prognos AG
20.04.2015	offizielle Bekanntgabe der Studie "Potentielle Auswirkungen des "Nationalen Klimaschutzbeitrags" auf die Braunkohlewirtschaft"	Bekanntgabe Studie von IGBCE & Investmentbank Lazard
24.04.2015	Brief Gabriels an IC BCE & Verdi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
25.04.2015	Kundgebung unter dem Motto "Gegen Massenentlassungen und für soziale Sicherheit"	IGBCE & ver.di
26.04.2015	Demonstration vor Bundeswirtschaftsministerium	IGBCE
04.06.2015	Bewertung Nationales Klimainstrument	frontier economics; Hamburgisches WeltWirtschafts Institut beauftragt von IGBCE & BDI
04.06.2015	Alternativvorschlag zum Klimabeitrag	IGBCE
01.07.2015	Eckpunkte für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende	Bundesregierung
02.07.2015	Pressekonferenz Eckpunkte für erfolgreiche Energiewende	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<b>03.07.2015</b>	Ein Strommarkt für die Energiewende (Weißbuch)	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
14.07.2015	Matthias Hartung: „Braunkohle und Beschäftigte tragen zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit bei“	RWE
<b>14.09.2015</b>	Strommarktgesetz Referentenentwurf	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Tab. 1: Zusammenfassung der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag – Eigene Darstellung

Der Analysezeitraum der folgenden Untersuchungen umfasst die Periode vom 21. September 2014 bis zum 03. Januar 2016. Hierbei handelt es sich um einen inkludierten 6-monatigen Pufferzeitraum vor und nach dem Diskussionszeitraum, um mögliche vorherige oder nachwirkende Einflüssen untersuchen zu können. Der eigentliche Diskussionszeitraum beginnt am 21. März 2015, dem Tag, an dem das Instrument des Nationalen Klimabeitrags offiziell vom Bundesministerium für Wirtschaft vorgestellt wird. Der Diskussionszeitraum endet am 3. Juli 2015, dem Tag, an dem das Weißbuch „Ein Strommarkt für die Energiewende“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie vorgestellt wird. Darin sind die Funktionen des Nationalen Klimabeitrags nicht mehr enthalten.

## 2.4 Hypothese

Im Verlauf der Diskussion ist ersichtlich, dass diese einerseits geprägt ist durch Bekanntgabe öffentlicher Informationen, da wegen erhöhter Transparenzanforderungen an die Bundesministerien diese für Anleger öffentlich zugänglich sind. Andererseits wird der potenzielle Arbeitsplatzverlust bei Stilllegung der betroffenen Kraftwerke als politisches Druckmittel der Gewerkschaften in der Öffentlichkeit genutzt. Da RWE als größter Kraftwerksbesitzer Deutschlands (vgl. Bundesnetzagentur 2015) im Vergleich zu E.ON von der Umsetzung des Nationalen Klimabeitrags besonders stark betroffen wäre, wird der Vergleich der beiden Energieerzeuger im Folgenden in den Fokus gelegt.

Entgegen der Theorie nach Daniel, Hirshleifer und Subrahmanyam, dass Wertpapierkurse aufgrund informierter, sich überschätzender Investoren auf öffentliche Informationen weniger stark reagieren als auf private Informationen, erscheint es dennoch naheliegend, dass sich die öffentliche Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag aufgrund der betriebswirtschaftlichen Relevanz des Vorschlags für RWE in deren Aktienkurs widerspiegelt. Daher lautet die in dieser Arbeit untersuchte Hypothese:

**Auswirkungen der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag im Aktienkurs der RWE AG im Gegensatz zu demjenigen der E.ON SE deutlich erkennbar.**

## 3 Analyse

### 3.1 Datenmaterial

#### 3.1.1 Datenbeschreibung

Zur Untersuchung eines möglichen Einflusses der politischen Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag auf ausgewählte Energieerzeuger dienen die Zeitreihen der logarithmierten täglichen stetigen Renditen der an der Frankfurter Börse gehandelten Aktien von RWE und E.ON im Zeitraum von 21. September 2014 bis zum 3. Januar 2016.

Sämtliche Analysen sowie Abbildungen, die die untersuchten Zeitreihen betreffen, sind mit der Statistik-Software R-Statistical Version erstellt worden.<sup>2</sup>

Die stetigen Renditen werden als unabhängige Variable für die folgenden Analysen verwendet, um die Eigenschaft der Stationarität für konsistente Schätzungen zu nutzen.

Durch Logarithmieren und Bildung erster Differenzen der Ausgangskurse können stetige Renditen berechnet werden (vgl. Schmid und Trede 2006, S. 4):

$$r_t = 100 \cdot (\ln P_t - \ln P_{t-1}) \quad (3)$$

Hierbei stellt  $r_t$  die Rendite der Periode  $t$  in % dar, die als Zuwachs auf das in der Vorperiode eingesetzte Investment interpretiert werden kann.

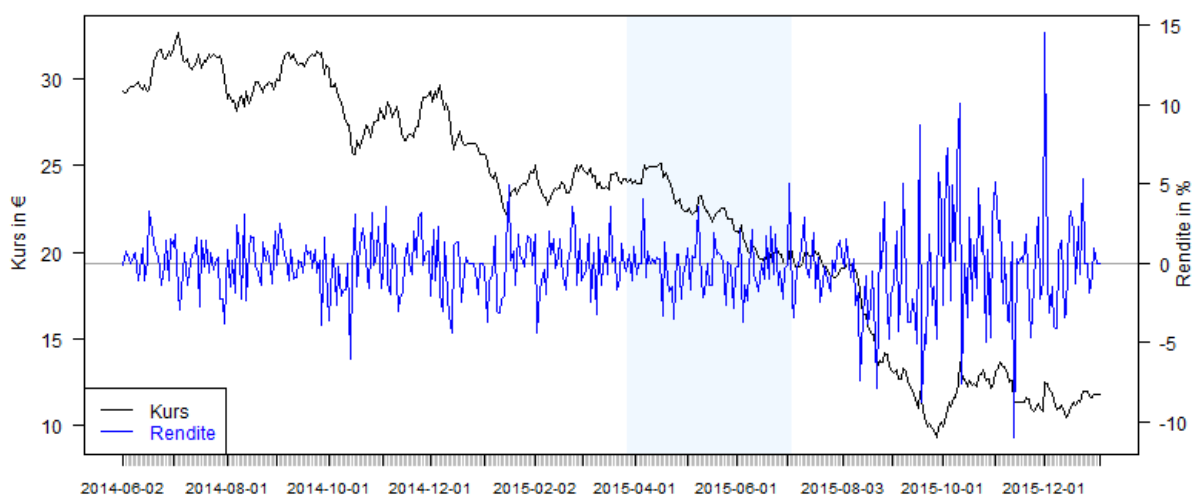


Abb. 3: Kurs- und logarithmierte RWE Renditezeitreihe – Eigene Darstellung

<sup>2</sup> Auf der beigegefügtten CD befindet sich der hierfür genutzte Datensatz, der genutzte und entwickelte Programmcode sowie die verwendeten Grafiken.

Die Abbildungen 3 und 4 lassen im Diskussionszeitraum einen stark sinkenden Kurstrend der RWE-Aktie und der E.ON-Aktie erkennen. Hierbei fällt auf, dass die Volatilität der Renditen gegen Ende des Diskussionszeitraums und darüber hinaus steigt.

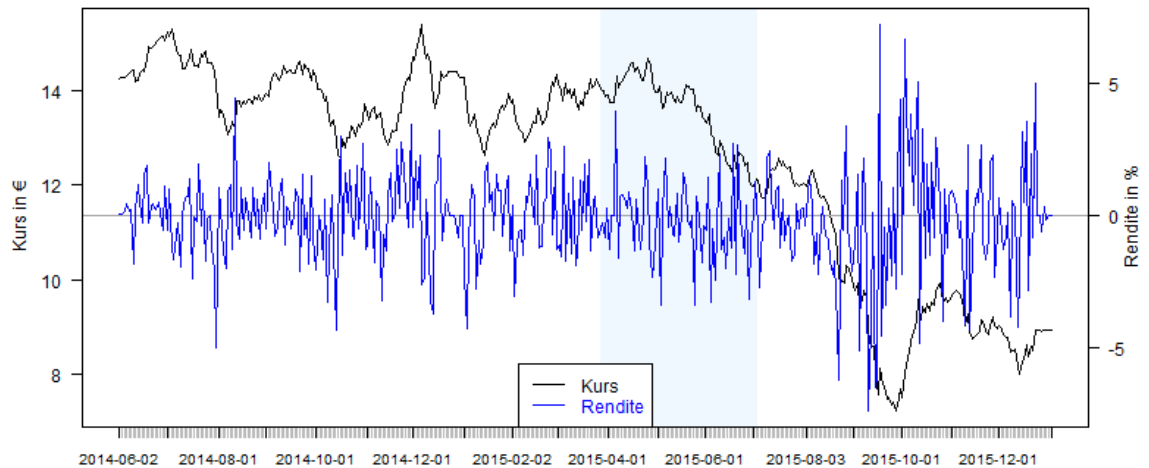


Abb. 4: Kurs- und logarithmierte E.ON Renditezeitreihe– Eigene Darstellung

### 3.1.2 Statistische Eigenschaften

Für eine genauere Beurteilung der statistischen Eigenschaften der zu untersuchenden Zeitreihen werden in Tabelle 2 die wichtigsten deskriptiven Kennzahlen der logarithmierten Renditen aufgeführt. Hierzu zählen die Anzahl der Beobachtungen, der Mittelwert, das Mini- und Maximum, die Standardabweichung sowie die Schiefe und Kurtosis.

	RWE	E.ON
N	414	414
Mittelwert	-0,222	-0,113
Min	-11,042	-7,400
Max	14,557	7,273
St. Abweichung	2,462	1,862
Schiefe	0,439	-0,192
Kurtosis	4,982	1,917

Tab. 2: Deskriptive Statistiken der stetigen Renditen in % – Eigene Darstellung

Aus Tabelle 2 ist erkennbar, dass der Mittelwert der beobachteten Zeitreihen annähernd gleich null und die Standardabweichung positiv ist. Mit Hilfe des erweiterten Tests von

Dickey Fuller (ADF-Test) wird auf Stationarität der Renditezeiten geprüft (vgl. Dickey, David, A. und Fuller, Wayne, A. 1979).

Die Testgleichung wird beschrieben durch

$$\Delta r_t = \delta r_{t-1} \sum_{j=1}^m \alpha_j \Delta r_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

wobei  $\Delta r_t$  die Veränderung der Renditen,  $\varepsilon_t$  den Störterm und  $\alpha_j$  die Einflussparameter darstellt.

Die Nullhypothese des ADF-Test bildet die Annahme der Nichtstationarität.

	ADF-Test	p-Value
RWE	-6,696	0,010
E.ON	-6,238	0,010

Tab. 3: Augmented-Dickey-Fuller Test auf Stationarität – Eigene Darstellung

Die p-Werte der Tabelle 3 zeigen deutlich, dass in beiden Zeitreihen auf einem Signifikanzniveau von 1% das Vorliegen einer Einheitswurzel abgelehnt wird und somit von Mittelwertstationarität der in dieser Arbeit untersuchten Renditezeitreihen ausgegangen werden kann.

Die Symmetrie der Verteilungen stellt sich für die Renditen von E.ON mit einem negativen Wert der Schiefe als leicht linksschief heraus und für die RWE Renditen als rechtsschief dar. Eine weitere Aussage über die Art der Verteilung lässt sich mit Hilfe der Kurtosis treffen. Diese hat im Fall einer Normalverteilung einen Wert von drei. Es kann somit von einer platykurtischen Verteilung der E.ON Renditen sowie einer leptokurtischen Verteilung der RWE Renditen ausgegangen werden.

Zur Überprüfung dieser Annahmen dient der Jarque-Bera Test (vgl. Jarque und Bera 1980). Hierbei gilt unter der Nullhypothese der Normalverteilung asymptotisch

$$\hat{S} \sim N\left(0, \sqrt{\frac{6}{T}}\right) \quad (5)$$

$$\hat{K} \sim N\left(3, \sqrt{\frac{24}{T}}\right) \quad (6)$$

$S$  und  $K$  stellen Schiefe und Kurtosis dar und sind asymptotisch unabhängig. Hieraus geht die Teststatistik

$$\tau = T \left( \left( \frac{\hat{S}}{\sqrt{6}} \right)^2 + \left( \frac{\hat{K}-3}{\sqrt{24}} \right)^2 \right) \quad (7)$$

hervor, welche approximativ mit 2 Freiheitsgraden  $\chi^2$ -verteilt ist. Bei einem Wert der Teststatistik größer als das  $(1 - \alpha)$ -Quantil der  $\chi^2$ -Verteilung wird die Nullhypothese der Normalverteilung abgelehnt.

Da das 99%-Quantil einer Zufallsvariable, welche mit 2 Freiheitsgraden  $\chi^2$ -verteilt ist, bei 9,2 liegt, kann aus den Ergebnissen aus Tabelle 3 geschlossen werden, dass bei den untersuchten Renditezeitreihen die Nullhypothese der Normalverteilung hochsignifikant verworfen wird.

	Jarque-Bera Test	p-Value
RWE	441,506	0,000
E.ON	65,897	0,000

Tab. 4: Jarque-Bera Test auf Normalverteilung – Eigene Darstellung

Zusammenfassend ist somit für alle zu untersuchenden Zeitreihen von Mittelwertstationarität und fehlender Normalverteilung auszugehen. Hierbei unterliegen die Renditen von E.ON einer platykurtisch linksschiefen Verteilung und die Renditen von RWE einer leptokurtisch rechtsschiefen Verteilung.

### 3.2 Ausreißeranalyse

Zur Vorbereitung der Untersuchung möglicher Auswirkungen der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag, wurde in Kapitel 2.3 bereits ein Zeitstrahl entwickelt, welcher die wichtigsten Zeitpunkte im Diskussionsverlauf beschreibt. Im Folgenden werden Renditezeitreihen auf Ausreißer hin untersucht und mit dem Zeitstrahl in Zusammenhang gebracht.

Als Ausreißer können Messwerte definiert werden, die außerhalb der Erwartung liegen und aus der Messreihe auszubrechen scheinen. Sie können im weiteren Verlauf der Untersuchung einerseits Parameterschätzungen verzerren, andererseits aber auch Hinweise auf eine inkorrekte Modellierung der Daten geben. Häufig werden in der empirischen Analyse Methoden angewandt, die resistent gegen Einflüsse von Ausreißern sind. Die vorliegende Arbeit stellt hingegen das Erkennen von Ausreißern in den Vordergrund, um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Diskussionsverlauf und den betrachteten Zeitreihen herstellen können. Hierbei wird nach einer deskriptiven Untersuchung, das Theorem von Tschebyschow zur Analyse mittels Standardabweichungsintervallen hinzugezogen (vgl. Georgii 2009, S. 122), woraufhin die von Jürgen A. Doornik und Marius Ooms 2005 beschriebene Methodik zur



Erkennung von Ausreißern in GARCH-Modellen folgt, welche wurde (vgl. Doornik und Ooms 2005).

### 3.2.1 Deskriptive Untersuchung

Da sich Finanzmärkte durch einerseits schnelle Reaktion auf Neuigkeiten und andererseits vorzeitige Antizipation von erwarteten Ereignissen auszeichnen, werden die Renditezeitreihen von RWE sowie E.ON im kleineren Maßstab betrachtet. In Abbildung 5 sind diese zum Zeitpunkt der inoffiziellen Bekanntgabe des Nationalen Klimabeitrags durch Staatssekretär Baake inklusive der zehn vorherigen sowie nachfolgenden Handelstage dargestellt. Da es sich bei dem Datum der Bekanntgabe, den 21. März 2015, um einen Samstag handelt, wird hierbei der nächstfolgende Handelstag, Montag der 23. März 2015, betrachtet. Dieser ist blau markiert.

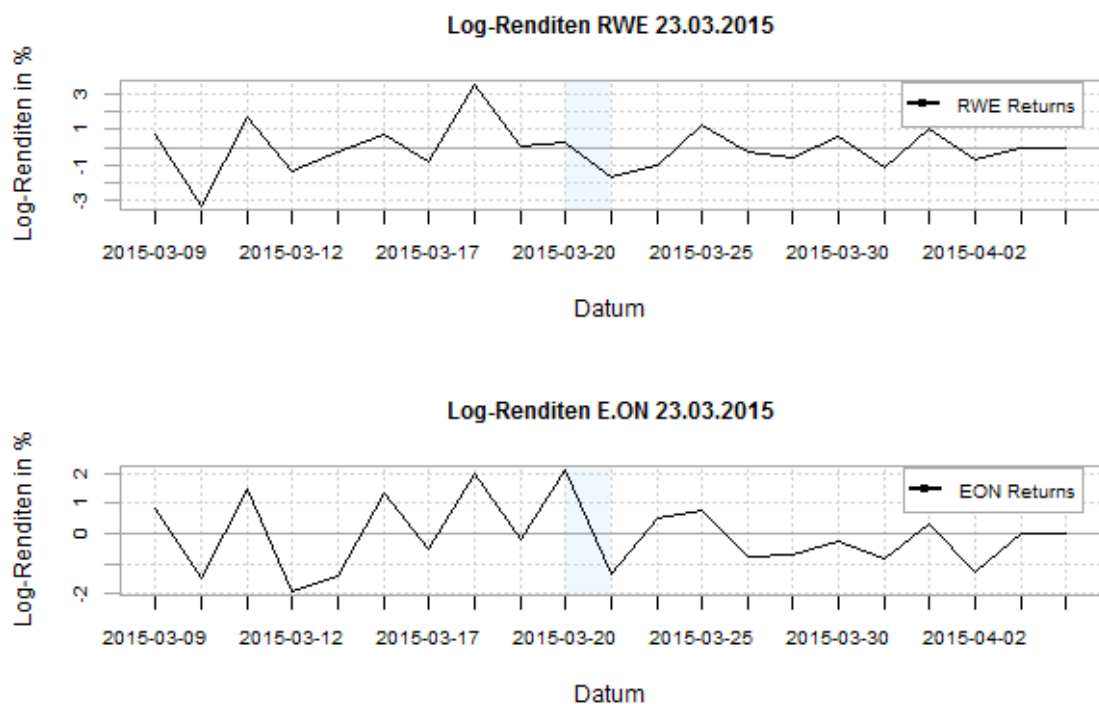


Abb. 5: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 23. März 2015 – Eigene Darstellung

Auffallend im Verlauf ist, dass in den beiden betrachteten Renditezeitreihen auf positive Renditen am 20. März 2015 negative Renditen am 23. März folgen. Da aber einerseits das in Deutschland handelsfreie Wochenende die Schlusskurse verzerrt und andererseits, wie Abbildung 5 zeigt, kein überproportionaler Renditesprung zu verzeichnen ist, können diese Entwicklungen im Vergleich zum gesamten Renditeverlauf in einem Zeitraum von 10 Tagen vor und nach dem 23. März nicht als signifikante Ausreißer bewertet werden.

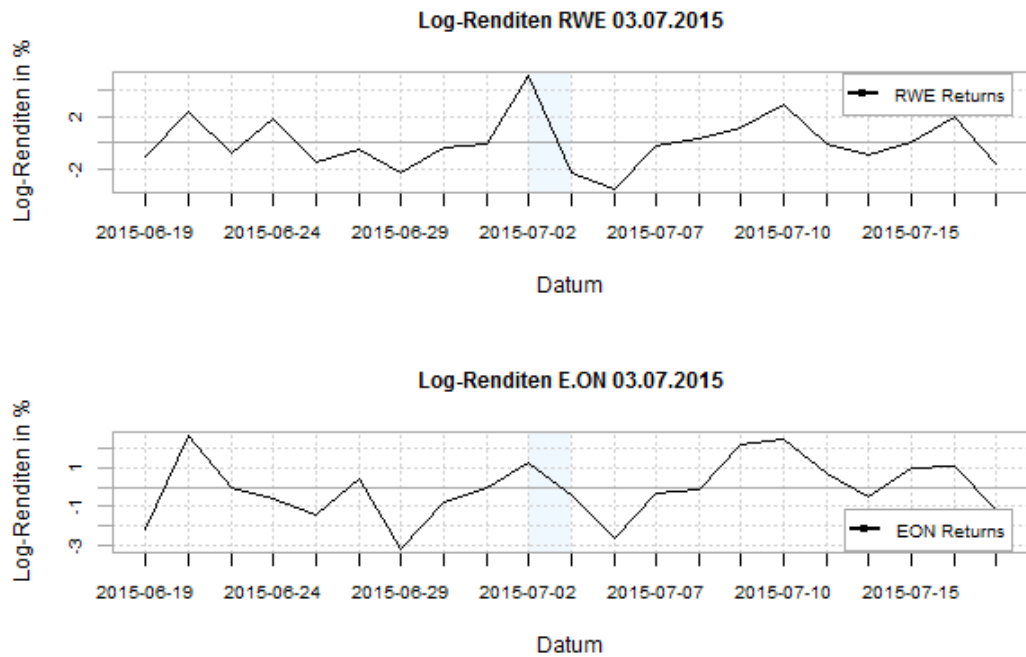


Abb. 6: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 3. Juli 2015 – Eigene Darstellung

In Abbildung 6 wird deutlich, dass im Zeitraum vom 19. Juni 2015 bis zum 17. Juli 2015 sich für RWE als auch E.ON negative Renditen einstellen. Dabei scheint wegen der für RWE positiven Bekanntgabe des Weißbuchs „Ein Strommarkt für die Energiewende“ am 3. Juli 2015 der Kurs zwar mit annähernd 5% Rendite auf die Nachricht positiv zu reagieren, fällt aber bereits am Freitag auf annähernd -2%. Grund für diese Entwicklung bei RWE kann die vorzeitig eingepreiste Erwartung der Ankündigung des Konzernumbaus von Vorstandsvorsitzendem Peter Terium vom 4. Juli sein (vgl. Mestermann 2015)<sup>3</sup>. E.ON wurde von Finanzanalysten zwar weiterhin als neutral bewertet, allerdings befürchteten diese zukünftige Probleme wegen der neuen Regelungen der Rückbaukosten von Atomkraftwerken (vgl. dpa-AFX 2015)

Auch die Untersuchung ausgewählter anderer wichtiger Zeitpunkte im Diskussionszeitraum, wie die Bekanntmachung der Studie „Potentielle Auswirkungen des „nationalen Klimaschutzbeitrags“ auf die Braunkohlewirtschaft“ am 20. April 2015, welche von IG BCE und der Investmentbank Lazard in Auftrag gegeben wurde, als auch die Demonstrationen am 24. April 2015 und 25. April 2015 gegen den Arbeitsplatzverlust durch Stilllegung der Braunkohlekraftwerke scheinen keinen Einfluss

<sup>3</sup> Da Börsenvorgänge im Internet sehr schnell reflektiert werden, werden zur Interpretation der erkannten Ausreißer die Bekanntmachungen verschiedener digitaler Finanzportale genutzt.

auf den Verlauf der Aktienkurse von RWE als auch E.ON zu haben (siehe Anhang Abbildungen 10, 11 und 12). Am 4. Juni 2015 zeigen beide betrachteten Kurszeitreihen zwar negative Kursverluste, allerdings wird dies auf die Urteilsverkündung des Europäischen Gerichtshofes zurückgeführt, der die Kernbrennstoffsteuer für Atomkraftwerksbetreiber nicht als gegen das EU-Recht verstoßend einstufte (vgl. BÖRSE ONLINE 2015).

Zusammenfassend zeigt sich, dass bei rein deskriptiver Untersuchung nur eine leichte positive Reaktion auf die Bekanntmachung des Weißbuchs „Ein Strommarkt für die Energiewende“ am 3. Juli 2015 im Renditeverlauf von RWE zu verzeichnen ist. Es lassen sich in der Renditezeitreihe von E.ON keine ausschlaggebenden negativen oder positiven Auswirkungen im Verlauf der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag erkennen. Somit ist die zu Anfang aufgestellt Hypothese, dass Auswirkungen der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag in der Aktienkurszeitreihe von RWE erkennbar sind, anhand rein deskriptiver Betrachtung abzulehnen.

### 3.2.2 Ausreißererkennung mittels Standardabweichungsanalyse

Mit Hilfe der sogenannten Tschebyschow-Ungleichung ist es möglich, genauere Aussagen über Ausreißer in den zu untersuchenden Renditezeitreihen zu treffen. Die vereinfachte Ungleichung mit  $k = \lambda\sigma$  und  $\lambda \geq 1$

$$P(|X - \mu| < k) \geq 1 - \frac{\sigma^2}{k^2} \quad (8)$$

beschreibt eine untere Wahrscheinlichkeitsgrenze für den Fall, dass eine Zufallsvariable mit  $\sigma^2 < \infty$  Werte annimmt, die innerhalb eines Intervalls liegen, welches symmetrisch um den Erwartungswert angelegt ist. Hierbei stellt  $\sigma^2$  die Varianz und  $\sigma$  die Standardabweichung dar. Somit lässt sich berechnen, dass mindestens 89% der Werte eines Datensatzes mit unbekannter Verteilung innerhalb eines Intervalls von  $3\sigma$  und mindestens 94% der Werte innerhalb eines Intervalls von  $4\sigma$  liegen.

Die in Tabelle 5 vorliegenden Ergebnisse zeigen die Daten sowie die jeweiligen Renditen in Prozent, welche einen symmetrisch um den Erwartungswert gelegenes Intervall von  $3\sigma$  beziehungsweise  $4\sigma$  (rot markiert) überschreiten und dadurch als Ausreißer nach Tschebyschow klassifiziert werden.

RWE AG		E.ON	
Datum	Rendite in %	Datum	Rendite in %
<b>24.08.2015</b>	-7,902	<b>24.08.2015</b>	-6,191
<b>17.09.2015</b>	8,735	10.09.2015	-7,400
18.09.2015	-8,735	15.09.2015	-6,506
<b>12.10.2015</b>	10,017	16.09.2015	-6,137
13.10.2015	-7,615	<b>17.09.2015</b>	7,273
<b>12.11.2015</b>	-11,042	02.10.2015	6,682
<b>01.12.2015</b>	14,557		

Tab. 5: Renditen außerhalb eines Intervalls von 3 und 4 (rot) Standardabweichungen – Eigene Darstellung

Auffallend für beide betrachteten Zeitreihen ist einerseits, dass sich entgegen der Annahme keine Ausreißer innerhalb der eigentlichen Diskussionsphase um den Nationalen Klimabeitrag vom 21. März 2015 bis 3. Juli 2015 finden. Andererseits zeigt sich nach dieser Untersuchung deutlich, dass am 24. August 2015 in der Entwicklung von RWE als auch E.ON ein gemeinsamer negativer Ausreißer festzustellen ist, welcher das Intervall von 3 Standardabweichungen unterschreitet. Als eine mögliche Erklärung können zwei Anhaltspunkte dienen. Die Mitteilung des Umbaus der Unternehmensspitze bei der britischen Tochterfirma RWE npower als Reaktion auf das unerwartet schlechte Halbjahresergebnis, kann als ein maßgeblicher Einflussfaktor auf den Renditeverlauf von RWE gewertet werden (RWE AG 2015d).

Ein weiterer gemeinsamer Ausreißer ist am 17. September 2015 zu beobachten. Hierbei verzeichnen RWE als auch E.ON eine positive Rendite von bis zu 8,74%, welche ein Niveau von 3 Standardabweichungen überschreitet. Laut Analysten wird dieser Aufschwung aber nicht der Vorstellung des Referentenentwurfs am 14. September 2015 zugeschrieben, welcher die alternativen Vorschläge der Energieversorger zur Entwicklung des Strommarktes beinhaltet. Vielmehr sollen weiteres Interesse eines arabischen Investors an Investitionen in RWE sowie erhöhtes Kurspotenzial wegen der geplanten Abspaltung E.ONs das Anlegerverhalten positiv beeinflusst haben (vgl. Kessler 2015).

Für RWE ist vom 17. September 2015 auf den 18. September 2015 ein negativer Renditesprung zwischen 3 und 4 Standardabweichungen zu verzeichnen. Hierbei fällt die Rendite von 8,74% auf -8,74%, was einerseits mit der anstehenden Neuwahl des Aufsichtsratsvorsitzenden und andererseits mit einem möglichen Ausscheiden aus dem Dax wegen starker Kursverluste erklärt werden kann (RWE AG 2015e).

Auch am 13. Oktober 2015 überschreitet die Rendite mit -7,72% das Niveau von 3 Standardabweichungen und kann somit als potenzieller Ausreißer gewertet werden. Trotz abgewendetem Anstieg der Rückstellungen für den Rückbau von Atomkraftwerken konstatieren Analysten ein weiterhin erodierendes Kerngeschäft und fehlende Erträge, was für einen kurzfristigen Kurssturz sorgt (vgl. Aktien-Global.de 2015).

Besonders auffallend sind die Renditen, welche das Niveau von 4 Standardabweichungen über- oder unterschreiten. Hierbei gibt es eine Kurssteigerung von 10,02% am 12. Oktober 2015, die auf die Bekanntgabe zurückzuführen ist, dass ausreichend Finanzmittel zum Rückbau der Atomkraftwerke und für die Entsorgung des Atommülls zur Verfügung stehen (vgl. investorinside.de 2015). Auch am 12. November 2015 verzeichnet die Rendite der RWE AG einen potenziellen Ausreißer. Allerdings wird das Niveau von 4 Standardabweichungen mit einem Wert von -11,04% unterschritten. Unabhängig von der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag oder dem darauffolgenden Gesetzgebungsprozess für neue Regelungen des Strommarktes, gerät RWE nach Bekanntgabe der Ergebnisse der ersten drei Quartale 2015 wegen Unterschreitung der Vorjahreszahlen von 9%, unter Druck (RWE AG 2015f). Ein weiterer Ausreißer, der das Intervall von 4 Standardabweichungen überschreitet, ist am 1. Dezember 2015 ersichtlich. Hierbei handelt es sich bei einer Kurssteigerung von 14,56% um einen positiven Renditeanstieg, der als Reaktion auf die Bekanntmachung der Aufspaltung des Energiekonzerns RWE gelten kann (RWE AG 2015g).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass mit Hilfe des Theorems von Tschebyschow Ausreißer in den Renditezeitreihen erkannt werden, welche das Niveau von 3 beziehungsweise 4 Standardabweichungen über- oder unterschreiten. Hierbei befinden sich die erkannten Ausreißer aber nicht im Diskussionszeitraum um den Nationalen Klimabeitrag vom 27. März 2015 bis zum 3. Juli 2015. Da die erkannten Ausreißer auch nach Betrachtung der Finanznachrichten nicht der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag zugeordnet werden können, bestätigt diese Methode die Hypothese nicht, dass sich die Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag wegen betriebswirtschaftlicher Relevanz des Vorschlags in den Aktienkursen widerspiegelt. Des Weiteren wird aus Tabelle 5 auch deutlich, dass RWE im Vergleich zu E.ON mit größeren Renditeschwankungen zu kämpfen hat. Dies kann laut Finanzanalysten auf die Umsetzung des Atomausstiegs und der damit verbundenen Rückbaukosten der Atomkraftwerke sowie der Entsorgungsverantwortung des Atommülls zurückgeführt werden. Auch befindet sich RWE durch personelle Umstellungen im Aufsichtsrat und die

Entscheidung der Aufspaltung noch in einer Umbruchsphase wohingegen E.ON bereits ein ausgereiftes Aufspaltungskonzept umsetzt.

### 3.2.3 Ausreißeranalyse mit Hilfe von Volatilitätsmodellen

Genauere Angaben über das Vorhandensein von Ausreißern sollen im Folgenden mit Hilfe einer GARCH-Modellierung für die feinere Analyse zur Erkennung von Ausreißern getroffen werden, welche Jürgen A. Doornik und Marius Ooms in ihrer wissenschaftlichen Ausarbeitung „Outlier Detection in GARCH Models“ 2005 vorstellten.

Als Grundlage der feineren Analysemethodik zur Erkennung von Ausreißern in GARCH-Modellen dienen frühere Untersuchungen, in denen zwischen additiven Ausreißern und Ausreißern in Innovationen unterschieden wird (vgl. Fox, A., J. 1972). Hierbei beeinflussen additive Ausreißer ausschließlich einen Messwert, wobei Ausreißer in Innovationen auch nachfolgende Messwerte beeinflussen. Als Beispiel für einen additiven Ausreißer kann die nach dem 11. September 2001 entstandene Unsicherheit auf den Finanzmärkten gewertet werden. Als Beispiel für Ausreißer in Innovationen ist die Insolvenz von Leman Brothers zu nennen, deren Einfluss auf Renditen auch von branchenfremden Unternehmen nur sehr langsam abklang. Bereits 1998 untersuchten Luiz K. Hotta und Ruey S. Tsay Ausreißer in GARCH-Modellen und unterschieden zwischen „Level Ausreißern“, die zwar das Niveau aber nicht die Volatilität der Finanzzeitreihe beeinflussen und „Volatilitäts-Ausreißern“, die als äußerer Einfluss auf die Volatilität einwirken (Hotta und Tsay 1998; McElroy 2012).

Abbildungen 3 und 4 lassen erkennen, dass sich durch das Abwechseln von Perioden starker Schwankung mit Perioden schwacher Schwankung sogenannte Volatilitätscluster in den Renditen abzeichnen. Mit Hilfe von GARCH-Modellen können die Eigenschaften der zeitlich inkonstanten Varianz und damit verbundenen hohen Autokorrelation modelliert werden. Basierend auf den Arbeiten von Engle 1982, welche mittels sogenannter ARCH(p,q)-Prozesse (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) die bedingte Varianz von den vergangenen p Beobachtungswerten abhängig macht, verallgemeinert Bollerslev dieses Modell (vgl. Bollerslev 1986). Er formuliert GARCH(p,q)-Prozesse, welche die bedingte Varianz nicht nur aus den vergangenen p Realisationen des Prozesses, sondern auch aus der Vergangenheit des Varianz-Prozesses heraus erklären.

Wie von Anil Bera und Matthew Higgins unterstrichen, hat sich ein sparsames GARCH(1,1)-Modell für Finanzmarktdaten als sinnvoll erwiesen (vgl. Bera und Higgins 1993). Es lässt sich allgemein darstellen durch

$$\begin{aligned} Y_t &= \mu + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= \sigma_t v_t \\ v_t &\sim N(0, \sigma_t^2) \\ \text{mit } t &= 1, \dots, T \end{aligned} \tag{9}$$

Hierbei beschreibt  $Y_t$  die stetige Rendite einer Finanzanlage und  $\mu$  den Mittelwert der Renditen.  $\varepsilon_t$  kann als unerwarteter Einfluss erklärt werden, welcher durch die Standardabweichung  $\sigma_t$  und einen White-Noise-Prozess  $v_t$  erklärt wird.

Den Unterschied zum ARCH-Modell stellt hierbei die Modellierung der bedingten Varianz dar

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \tag{10}$$

mit  $\omega > 0$ ,  $\alpha_1, \beta_1 \geq 0$  (Schlittgen 2012, S. 253).

Die für die Existenz eines GARCH(1,1)-Prozesses neben der Nichtnegativitätsrestriktion notwendige Bedingung ist die schwache Stationarität, die vorliegt, wenn

$$\alpha_1 + \beta_1 < 1. \tag{11}$$

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Parameterschätzung eines GARCH(1,1)-Modells für die zu untersuchenden Renditezeitreihen mit den jeweiligen p-Werten zusammengefasst.

	Parameter	Schätzung	p-Werte
RWE	$\mu$	-0,161380	0,099941
	$\omega$	0,048254	0,226366
	$\alpha_1$	0,051968	0,000111
	$\beta_1$	0,943145	0,000000
	$\alpha_1 + \beta_1$	0,995113	-
E.ON	$\mu$	-0,059498	0,456698
	$\omega$	0,181402	0,063343
	$\alpha_1$	0,105683	0,002645
	$\beta_1$	0,840511	0,000000
	$\alpha_1 + \beta_1$	0,946194	-

Tab. 6: Parameterschätzung der GARCH(1,1)-Modelle für die RWE und E.ON Renditezeitreihen – Eigene Darstellung

Es ist erkennbar, dass in den zwei geschätzten GARCH(1,1)-Modellen der Parameter  $\mu$  mit p-Werten größer 0,09 auf einem Signifikanzniveau von 91% als nicht signifikant von Null verschieden eingestuft wird und somit Mittelwertstationarität angenommen wird. Auch wurden die Nichtnegativitätsrestriktion und die Bedingung der schwachen Stationarität in den drei geschätzten Modellen eingehalten.

Zur Beurteilung der Modellgüte in Bezug auf mögliche Korrelation in den Residuen der Modelle wird der Ljung-Box-Pierce-Test (vgl. Box und Pierce 1970) herangezogen, welcher auf folgender Teststatistik basiert

$$Q = T(T+2) \sum_{\tau=1}^k \frac{\tilde{r}_\tau^2}{T-\tau} \quad (12)$$

Hierbei stellt  $(\tilde{r}_\tau^2)$  die Autokorrelationsfunktion der Residuen dar. Im Fall der korrekten Spezifikation des Modells ist  $Q$  asymptotisch  $\chi^2$ -verteilt mit  $k - p$  Freiheitsgraden.

Die Tabelle 7 zeigt die p-Werte des Ljung-Box-Pierce-Tests für die quadrierten standardisierten Residuen der geschätzten Renditemodelle für  $k = 6, 12, 18$ . Diese Anzahl an Summanden hat sich als sinnvoll erwiesen, um möglichst geringe Residualkorrelation nachweisen zu können (Schlittgen 2012, S. 74).

	k		
	6	12	18
RWE	0,678	0,898	0,879
E.ON	0,181	0,622	0,625

Tab. 7: Ljung-Box-Pierce-Test der geschätzten GARCH(1,1)-Modelle – Eigene Darstellung



Die Ergebnisse zeigen mit hohen p-Werten keine Hinweise auf Autokorrelation in den Residuen und lassen somit auf adäquat geschätzte Modelle schließen. Die Normalverteilungs-Quantil-Quantil-Diagramme in Abbildung 7 bestätigen die erkennbare Schiefe und Kurtosis der Ausgangszeitreihen von RWE und E.ON, welche auch auf mögliche Ausreißer in den Residuen der GARCH(1,1)-Modelle schließen lassen.

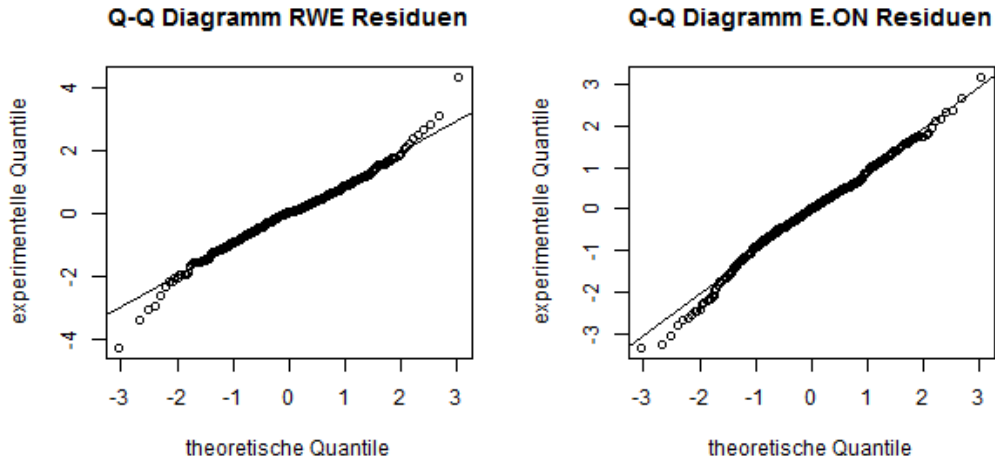


Abb. 7: Normalverteilungs-QQ-Diagramm der Modellresiduen der Dax, RWE und E.ON Renditezeitreihen – Eigene Darstellung

Somit ist zusammenfassend in den geschätzten GARCH(1,1)-Modellen von Mittelwertstationarität um Null auszugehen. Auch kann für die Modelle der RWE- und E.ON-Renditen keine hinreichende Normalverteilung unterstellt werden, was als Hinweis auf potenzielle Ausreißer gewertet wird. Da der Ljung-Box-Pierce-Test auf fehlende Autokorrelation in den quadrierten standardisierten Residuen hinweist, sind die geschätzten GARCH(1,1)-Modelle der betrachteten Renditezeitreihen als für die folgenden Untersuchungen ausreichend adäquat modelliert.

Jürgen A. Doornik und Marius Ooms beziehen sich in ihrer Methode zur Erkennung von Ausreißern auf ein in ( 9 ) bereits vorgestelltes GARCH(p,q)-Modell. Hierbei ist die Log-Likelihood-Funktion zur Schätzung der Parameter definiert als

$$\ell(\theta) = \sum_{t=1}^T \ell_t(\theta) = c - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left( \log(\sigma_t^2) + \frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} \right). \quad (13)$$

In ihrer Ausführung untersuchen Doornik und Ooms additive Ausreißer, wobei zwischen zwei Arten unterschieden wird.

Das Modell der „Additiven Level Ausreißer“ (ALA) wird beschrieben durch

$$\begin{aligned}
 Y_t - \mu - \gamma d_t &= \varepsilon_t \\
 \varepsilon_t &\sim N(0, \sigma_t^2) \\
 \sigma_t^2 &= \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \\
 &\text{mit } t = 1, \dots, T
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Wobei  $d_t$  eine Dummy-Variable darstellt mit  $t = s$  und im sonstigen Fall 0. Die Ausreißer beeinflussen somit nicht die bedingte Varianz. Dies kann zum Beispiel auftreten im Fall von Marktkorrekturen, die nicht die Volatilität beeinflussen.

Das Modell der „Additiven Volatilitätsausreißer“ (AVA) wird definiert durch

$$\begin{aligned}
 Y_t - \mu &= \varepsilon_t^* \\
 \varepsilon_t^* &= \gamma d_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^{2*}) \\
 \sigma_t^{2*} &= \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^{2*} \\
 &\text{mit } t = 1, \dots, T
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

Hierbei stellt  $d_t$  eine Dummy-Variable dar mit  $t = s$  und sonst 0, welche einen potentiellen Ausreißer markiert, der allerdings über den Störterm die bedingte Varianz beeinflusst.

In ihrer Methodik beschreiben Doornik und Ooms einen potentieller Ausreißer als das größte standardisierte Residuum in einem GARCH(1,1)-Modell, welches beide Arten der beschriebenen Ausreißer in sich vereint

$$\begin{aligned}
 Y_t &= \mu + \gamma d_t + \varepsilon_t \\
 \sigma_t^2 &= \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \tau d_{t-1} \\
 &\text{mit } t = 1, \dots, T
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

Sie schlagen fünf Schritte zur Feststellung und Typisierung von Ausreißern vor. Hierbei dienen die Schritte eins bis drei der Feststellung potentieller Ausreißer und die Schritte

vier und fünf der Einordnung der Ausreißer in „Additive Level-Ausreißer“ und „Additive Volatilitätsausreißer“.

- Schritt 1 Schätzen eines Basis-GARCH(1,1)-Modells zur Berechnung der Log-Likelihood-Funktion  $\hat{\ell}_b$  und der Residuen  $\varepsilon_t^*$ .
- Schritt 2 Ermitteln des größten standardisierten Residuums zum Zeitpunkt  $t = s$ . Schätzen eines erweiterten GARCH-Modells mit einer Dummy-Variablen  $d_t \equiv I(t = s)$  in der Mittelwertfunktion und  $d_{t-1}$  in der Varianzfunktion, um die hinzugefügten Parameter  $\hat{\gamma}_m$  und  $\hat{\tau}_m$  sowie die Log-Likelihood-Funktion  $\hat{\ell}_m$  zu ermitteln. Hierbei sind die geschätzten Parameter  $\hat{\alpha}_{1,m}$  und  $\hat{\beta}_{1,m}$ .
- Schritt 3 Falls  $2(\hat{\ell}_m - \hat{\ell}_b) < C_T^\alpha$  zutrifft, sind keine weiteren Ausreißer vorhanden. In einer approximativen Simulation zeigen Doornik und Ooms, dass  $C_T \approx 5,66 + 1,88 \log T$ <sup>4</sup> bei 5% Abweichung entspricht.
- Schritt 4 Schätzen eines Basis-GARCH-Modells für  $y_t - \hat{\gamma}_m d_t$  zur Ermittlung von  $\hat{\ell}_0$ . Falls
- $$\hat{\gamma}_m^2 - \frac{\hat{\tau}_m}{\hat{\alpha}_{1,m}} > 0, \text{ dann gilt:}$$
- $$\hat{\gamma}_1 = \begin{cases} \hat{\gamma}_m - \left( \hat{\gamma}_m^2 - \frac{\hat{\tau}_m}{\hat{\alpha}_{1,m}} \right)^{\frac{1}{2}} & \text{falls } \hat{\gamma}_m \geq 0, \\ \hat{\gamma}_m + \left( \hat{\gamma}_m^2 - \frac{\hat{\tau}_m}{\hat{\alpha}_{1,m}} \right)^{\frac{1}{2}} & \text{falls } \hat{\gamma}_m < 0. \end{cases} \quad (17)$$
- sonst  $\hat{\gamma}_1 = 0$ .
- Schätzen eines Basis-GARCH-Modells für  $y_t - \hat{\gamma}_1 d_t$ , um  $\hat{\ell}_1$  zu ermitteln. Falls  $\hat{\ell}_0 \geq \hat{\ell}_1$  gilt  $\hat{\gamma}_2 = \hat{\gamma}_m$  und  $\hat{\ell}_2 = \hat{\ell}_0$ , sonst gilt  $\hat{\gamma}_2 = \hat{\gamma}_1$  und  $\hat{\ell}_2 = \hat{\ell}_1$ .
- Schritt 5 Falls  $2(\hat{\ell}_m - \hat{\ell}_2) \leq 3,84$  gilt, liegt ein Ausreißer vom Typ ALA mit geschätztem Koeffizient  $\hat{\gamma}_2$  vor. Im anderen Fall liegt ein Ausreißer vom Typ AVA mit geschätztem Koeffizient  $\hat{\gamma}_m$  vor.

---

<sup>4</sup> Die Approximationen der jeweiligen Grenzwerte können in Doornik und Ooms 2005 nachgelesen werden.

In Tabelle 8 sind die berechneten Ausreißer nach der beschriebenen Methodik aufgeführt.<sup>5</sup>

	Datum	Typ	Einfluss
RWE AG	03.08.2015	ALA	-0,461
	01.12.2015	ALA	14,732
E.ON SE	07.04.2015	ALA	-0,423
	10.09.2015	ALA	-5,134

Tab. 8: Potenzielle Ausreißer nach Doornik & Ooms – Eigene Darstellung

Auffällig ist auch hier, dass mit einer Ausnahme die gefundenen Ausreißer nicht im eigentlichen Diskussionszeitraum des Nationalen Klimabeitrags liegen, sondern im Zeitraum von August bis Dezember 2015 erkannt wurden. Des Weiteren können alle Ausreißer nach dieser Methodik als Additive Level Ausreißer klassifiziert werden. Dies bedeutet, dass sie zwar das Niveau der Zeitreihe aber nicht die nachfolgende Volatilität beeinflussen.

In der Renditezeitreihe von RWE wurden zwei Ausreißer erkannt, wobei am 3. August 2015 die Ankündigung der Rückzahlung einer Hybridanleihe aus dem Jahr 2010 zum nächstbesten Termin die Anleger wegen eingestellter zukünftiger Zinszahlungen verstimmt (vgl. RWE AG 2015c). Dies wirkte sich allerdings nur leicht negativ auf die Entwicklung der RWE-Renditen aus. Die Ankündigung der Unternehmensspaltung am 1. Dezember 2015 (vgl. RWE AG 2015g) zeigt wiederum einen stark positiven Einfluss auf die Rendite, wobei auch dieser Ausreißer nach Doornik & Ooms als „Additiver Level-Ausreißer“ klassifiziert wird und keinen nachklingenden Einfluss auf die Volatilität der Renditezeitreihe aufweist.

Auch im Fall von E.ON konnten Ausreißer identifiziert werden. Hierbei lässt sich ein leichter negativer Ausreißer am 7. April 2015 erkennen. Dieser befindet sich zwar im Zeitraum der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag, kann aber keinem Datum des Zeitstrahls zugeordnet werden. Eine stärkere negative Auswirkung zeigt die Ankündigung eines drohenden Rekordverlustes für E.ON im laufenden Geschäftsjahr 2015 wegen hoher Abschreibungen im Kraftwerksbereich am 10. September 2015 (vgl. Busche 2015).

---

<sup>5</sup> Als Nachteil dieser Methode ist anzumerken, dass außer im Idealfall, in dem das Modell alle Beobachtungswerte erklären kann, immer mindestens ein Ausreißer gefunden wird, da in jeden Fall ein maximales standardisiertes Residuum als potenzieller Ausreißer klassifiziert wird.

Im Hinblick auf den in Tabelle 1 aufgestellten Zeitstrahl ergibt sich, dass mit der hier dargestellten und geprüften feineren Analysemethodik von Doornik & Ooms im Diskussionsverlauf um den Nationalen Klimabeitrag nur ein signifikanter Ausreißer am 7. April 2015 in der Renditezeitreihe von E.ON erkannt wird. Die weiteren erkannten Ausreißer liegen außerhalb des Diskussionszeitraums und können nachwirkend laut Finanzanalysten nicht der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag zugeordnet werden. Somit wird die aufgestellte Hypothese, dass die Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag deutlich im Aktienkurs von RWE im Vergleich zu E.ON erkennbar ist, auch mit der hier angewendeten Methode widerlegt.

## 4 Diskussion der Ergebnisse

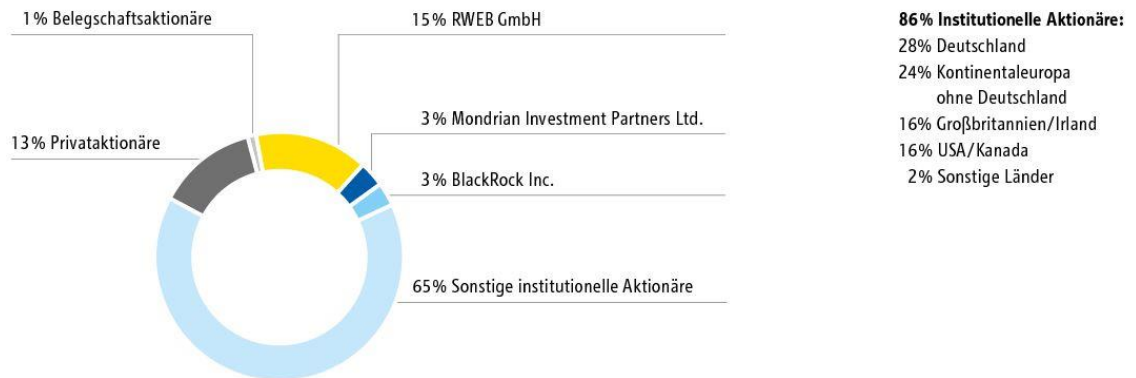
Die vorausgegangenen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag von 21. März 2015 bis 3. Juli 2015 nicht relevant war für den Aktienkursverlauf von RWE und E.ON.

Abgesehen von der diskutierten Theorie, die sich in den Untersuchungen bestätigt hat, könnten folgende weitere Faktoren im Rahmen der politischen Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag einen Einfluss auf die Aktienkurse von RWE und E.ON haben. Die zeitlich lange bisherige Entwicklung der Energiewende hin zum Vorschlag des Nationalen Klimabeitrags kann ein Grund dafür sein, dass keine signifikanten Ausreißer der darauffolgenden Diskussion zuordnen lassen. Da es sich um den normalen politischen Prozess handelt, der von der langfristigen Zielsetzung im Koalitionsvertrag über Diskussionen konkreter Umsetzungsvorschläge von allen Beteiligten im Grün- und Weißbuch bis hin zum ersten Gesetzesentwurf bereits die wichtigsten Interessen und Argumente diskutiert, ist davon auszugehen, dass risikoaverse Anleger bereits die gehaltenen Aktien von RWE aus ihrem Portfolio verkauft haben.

Des Weiteren können die Aktionärsstruktur und die daraus resultierenden Anlagestrategien der Aktieninhaber in Bezug auf politische Diskussionen maßgeblich für den Wertpapierkurs eines Unternehmens sein. Hierbei kann angenommen werden, dass besonders institutionelle Aktionäre wie Kreditinstitute, Versicherungen, Pensionskassen oder Investmentgesellschaften im Gegensatz zu Privatanlegern langfristige Anlagestrategien verfolgen und somit weniger stark auf kurzfristige, in der Umsetzung noch unsichere politische Vorschläge reagieren, um von langfristigen Renditen zu

profitieren. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen beispielhaft die Aktionärsstruktur der RWE AG und der E.ON SE am 31. Dezember 2015.

#### Aktionärsstruktur der RWE AG<sup>1</sup>

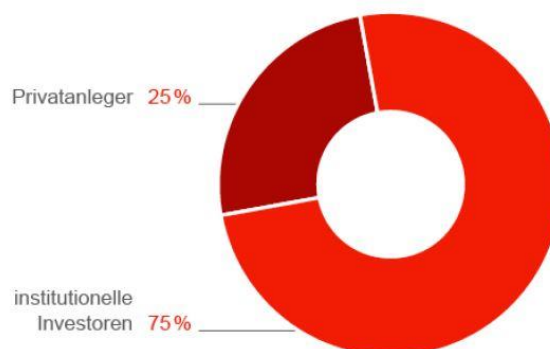


<sup>1</sup> Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil am gezeichneten Kapital.  
Quellen: Eigene Erhebungen und Mitteilungen nach dem deutschen Wertpapierhandelsgesetz (WpHG); Stand: Dezember 2015

Abb. 8: Aktionärsstruktur der RWE AG; Stand 31. Dezember 2015 - entnommen aus RWE AG 2015a

Es ist wird deutlich, dass lediglich 13% der Aktionäre, welche Aktien von RWE am 31. Dezember 2015 hielten, zur Gruppe der Privatanleger gezählt werden können.

#### Aktionärsstruktur: institutionelle Investoren vs. Privatanleger<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup> Prozentwerte auf Basis der gesamten identifizierten Aktionäre ohne eigene Aktien  
Quellen: Aktienregister und Ipreo (Stand 31. Dezember 2015)

Abb. 9: Aktionärsstruktur der E.ON SE; Stand 31. Dezember 2015 - entnommen aus E.ON SE 2015

25% der Aktionäre, die Aktien der E.ON SE in ihrem Portfolio sind hierbei Privatanleger.

In wieweit beide Faktoren, sowohl politische Diskussionsprozesse als auch Aktionärsstrukturen, Einfluss auf Wertpapierkurse von RWE oder E.ON haben, könnte einer weiteren Untersuchung vorbehalten sein.

## 5 Fazit

Ausgehend von der Theorie von Daniel, Hirshleifer und Subrahmanyam, dass Wertpapierkurse auf öffentliche Informationen weniger stark reagieren als auf private Informationen, da informierte Investoren den Gehalt der privaten Information überschätzen und dadurch überreagieren, wurde die Hypothese untersucht, dass Auswirkungen der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag dennoch im Aktienkurs der RWE AG im Vergleich zur E.ON SE deutlich erkennbar sind.

Die vorliegenden Analysen der Renditezeitreihen durch rein deskriptive Betrachtung, der Anwendung des Tschebyschow-Theorems und der Ausreißererkennung in Volatilitätsmodellen lassen in der Renditezeitreihe von RWE keine Ausreißer erkennen, die durch die Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag erklärt werden können. Es konnten zwar Ausreißer ermittelt werden, allerdings liegen diese entweder nicht im direkten Diskussionszeitraum oder sie sind laut Finanzanalysten nicht nachwirkend dem Nationalen Klimabeitrag zu zuordnen. Dies trifft auch auf die Renditezeitreihe von E.ON zu. Da keine Auswirkungen der Diskussion um den Nationalen Klimabeitrag deutlich als Ausreißer in der Renditezeitreihe von RWE erkennbar sind, wird die in Kapitel 2.4 aufgestellte Hypothese widerlegt. Vielmehr wird die zugrunde gelegte Theorie von Daniel, Hirshleifer, Subrahmanyam bestätigt, weil die aus den für RWE betriebswirtschaftlich relevanten öffentlichen Informationen resultierenden Konsequenzen den Aktienkurs nicht beeinflusst haben.

## Literaturverzeichnis

- Ahlers, David; Lakonishok, Josef (1983): A Study of Economists' Consensus Forecasts. In: *Management Science* 29 (10), S. 1113–1125. DOI: 10.1287/mnsc.29.10.1113.
- Aktien-Global.de (2015): RWE: Nur eine Beruhigungsspielle. Online verfügbar unter [http://www.aktien-global.de/top-aktien/rwe\\_ag/rwe\\_nur\\_eine\\_beruhigungsspielle-3717/](http://www.aktien-global.de/top-aktien/rwe_ag/rwe_nur_eine_beruhigungsspielle-3717/), zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Amani Joas (2015): „Nationalen Klimabeitrag“ des Stromsektors konsequent umsetzen - 2020-Ziel einhalten. In: *Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft*, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Bechtel, Michael (2009): Regierung, Rendite, Risiko. Die politische Ökonomie des Aktienmarktes in Deutschland. Univ., Diss.--Konstanz, 2008. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden (Studien zur neuen politischen Ökonomie). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-91480-0>.
- Bera, Anil K.; Higgins, Matthew Lawrence (1993): ARCH models : properties, estimation and testing. In: *Journal of economic surveys* (7), S. 305.
- Bollerslev, Tim (1986): Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. In: *Journal of Econometrics* 31 (3), S. 307–327. DOI: 10.1016/0304-4076(86)90063-1.
- BÖRSE ONLINE (2015): Aktien von RWE und Eon nach EuGH-Schlappe unter Druck. finanzen.net GmbH. Online verfügbar unter <http://www.boerse-online.de/nachrichten/aktien/Aktien-von-RWE-und-Eon-nach-EuGH-Schlappe-unter-Druck-1000661068>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Box, G. E. P.; Pierce, David A. (1970): Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models. In: *Journal of the American Statistical Association* 65 (332), S. 1509–1526. DOI: 10.1080/01621459.1970.10481180.
- Bundesministerium für Umwelt Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit (2015a): Projektionsbericht der Bundesregierung 2015. In: Marius Eckebrecht (Hg.): Auftragsvergaben extraterritorialer Einrichtungen: Nomos, S. 375–390.
- Bundesministerium für Umwelt Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit (2015b): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Kabinettsbeschluss vom 3. Dezember 2014.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Ein Strommarkt für die Energiewende, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015a): Eckpunkte-Papier "Strommarkt".
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015b): Ein Strommarkt für die Energiewende.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Öffentlichkeitsarbeit, Referat (2015): Anteil Braunkohle an Stromerzeugung Deutschland 2015. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Konventionelle-Energietraeger/kohle,did=190810.html>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Bundesnetzagentur (2015): Kraftwerkliste 2015. Online verfügbar unter [http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/kraftwerkliste-node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/kraftwerkliste-node.html), zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Bundesregierung (2013): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD.



Bundesregierung (2015): Eckpunkte für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Busche, Jenny (2015): E.ON könnte 2015 Rekordverlust schreiben. finanzen.net GmbH. Online verfügbar unter <http://www.finanzen.net/nachricht/aktien/E-ON-koennte-2015-Rekordverlust-schreiben-4511105>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Daniel, Kent; Hirshleifer, David; Subrahmanyam, Avanidhar (1997): A theory of overconfidence, selfattribution and security market under and overreactions. In: *The journal of finance* (53).

Dickey, David, A.; Fuller, Wayne, A. (1979): Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. In: *Journal of the American Statistical Association*, (74), S. 427–431.

Doornik, J. A.; Ooms, M. (2005): Outlier detection in GARCH models. In: *Nuffield College Economics Working Papers*, S. 1–26.

dpa-AFX (2015): dpa-AFX Überblick: ANALYSTEN-EINSTUFUNGEN vom 03.07.2015. Hg. v. finanztreff.de. Online verfügbar unter <http://www.finanztreff.de/news/dpa-afx-ueberblick-analysten-einstufungen-vom-03072015/10609710>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

E.ON SE (2015): Aktionärsstruktur - E.ON SE. Online verfügbar unter <http://www.eon.com/de/investoren/aktien/aktionaersstruktur.html>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2016, zuletzt geprüft am 07.09.2016.

Engle, Robert F. (1982): Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. In: *Econometrica* (50), S. 987.

Fama, Eugene F. (1970): Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. In: *The journal of finance* (25), S. 383.

Fox, A., J. (1972): Outliers in Time Series. In: *Journal of the Royal Statistical Society* (34), S. 350–363.

Frese, Alfons (2015): Der Krampf um die Kohle. Online verfügbar unter <http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/energiewende-und-klimaschutz-der-krampf-um-die-kohle/11920330.html>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Georgii, Hans-Otto (2009): Stochastik. Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. 4., überarb. und erw. Aufl. Berlin: de Gruyter (De-Gruyter-Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://www.reference-global.com/doi/book/10.1515/9783110215274>.

Gerbaulet, Clemens; Egerer, Jonas; Oei, Pao-yu; Paeper, Judith; Hirschhausen, Christian von (2012): Die Zukunft der Braunkohle in Deutschland im Rahmen der Energiewende. Berlin: DIW (DIW Berlin, 69). Online verfügbar unter [http://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw\\_01.c.412263.de](http://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.412263.de).

Grossmann, Sanford (1976): On the efficiency of Competitive stock-markets where trades have diverse information. In: *The journal of finance* (31).

Grossmann, Sanford J.; Stiglitz, Joseph E. (1980): On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. In: *The American Economic Review*[0002-8282] (70), S. 393.

Guido, Wustlich (2015): Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung des Strommarktes (Referentenentwurf), zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Hotta, Luiz; Tsay, Ruey (2012): Outliers in GARCH Processes. In: Tucker McElroy (Hg.): *Economic Time Series*: Chapman and Hall/CRC, S. 337–358.

Industriegewerkschaft Bergbau Chemie Energie (2015a): Energiepolitik: Arbeitsplätze sichern und Klimaschutzziele erreichen. Online verfügbar unter <https://www.igbce.de/mitglieder/igbce-aktuell/06-2015/nl-06-15-energie/105544>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Industriegewerkschaft Bergbau Chemie Energie (2015b): Potentielle Auswirkungen des "Nationalen Klimaschutzbeitrags" auf Braunkohlekraftwerke, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

investorinside.de (2015): E.ON und RWE – Die wundersame Auferstehung!? Online verfügbar unter <https://www.investorinside.de/e-on-und-rwe-die-wundersame-auferstehung/>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Jarque, Carlos M.; Bera, Anil K. (1980): Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. In: *Economics Letters* 6 (3), S. 255–259. DOI: 10.1016/0165-1765(80)90024-5.

Kessler, Nikolas (2015): RWE: Bringen arabische Investoren die Rettung? BÖRSENMEDIENT AG. Online verfügbar unter <http://www.deraktionaer.de/aktie/rwe--bringen-arabische-investoren-die-rettung--176330.htm>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Matthes, Dr., Felix, Chr.; Loreck, Charlotte; Hermann, Hauke: Das CO<sup>2</sup>-Instrument für den Stromsektor: Modellbasierte Hintergrundanalysen, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

McElroy, Tucker (Hg.) (2012): *Economic Time Series*: Chapman and Hall/CRC.

Merkel, Angela (2011): Bundesregierung | Regierungserklärung von Bundeskanzlerin Angela Merkel zur Energiepolitik "Der Weg zur Energie der Zukunft" (Mitschrift). Bundeskanzlerin. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/Regierungserklaerung/2011/2011-06-09-merkel-energie-zukunft.html>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Mestermann, Marius (2015): RWE: Terium plant Konzernumbau. Hg. v. Börse am Sonntag. Online verfügbar unter <http://www.boerse-am-sonntag.de/artikel/aktie-rwe-kohlekraftwerke-konzernumbau.html>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

Nöth, Markus (1998): Informationsaggregation und Insidererkennung in Finanzmärkten. Wiesbaden: Gabler Verlag (Neue betriebswirtschaftliche Forschung, 242). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-91331-9>.

Russo, Edward, J.; Schoemaker, Paul, J., H. (1992): Managing Overconfidence. In: *Sloan Management Review* Vol. 33, S. 7–17.

RWE AG (2015a): RWE AG - Aktionärsstruktur. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/de/113836/rwe/investor-relations/aktie/aktionaersstruktur/>, zuletzt geprüft am 07.09.2016.

RWE AG (2015b): Matthias Hartung: „Braunkohle und Beschäftigte tragen zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit bei“. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilungen/pressemitteilungen/?pmid=4013566>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

RWE AG (2015c): RWE kündigt Hybridanleihe aus 2010. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilungen/pressemitteilungen/?pmid=4013634>, zuletzt geprüft am 07.09.2016.

- RWE AG (2015d): RWE baut Unternehmensspitze bei RWE npower um. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilungen/pressemitteilungen/?pmid=4013743>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- RWE AG (2015e): Mitteilung im Nachgang zur heutigen Aufsichtsratssitzung der RWE AG. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilungen/pressemitteilungen/?pmid=4013905>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- RWE AG (2015f): RWE bekräftigt Ergebnisprognose für 2015. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilungen/pressemitteilungen/?pmid=4014224>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- RWE AG (2015g): RWE Aktiengesellschaft: Vorstand beschließt Bündelung der Geschäftsfelder Erneuerbare Energien, Netze und Vertrieb in einer neuen Tochtergesellschaft und Platzierung von rund 10% im Wege eines Börsengangs. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilungen/pressemitteilungen/?pmid=4014309>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Schlittgen, Rainer (2012): Angewandte Zeitreihenanalyse mit R. s.l.: Oldenbourg Wissenschaftsverlag (Lehr- und Handbücher der Statistik). Online verfügbar unter <http://lib.mylibrary.com/detail.asp?id=609155>.
- Schmid, Friedrich; Trede, Mark (2006): Finanzmarktstatistik. Mit 35 Tabellen. Berlin u.a.: Springer.
- Schneider, Gerald; Bechtel, Michael; Fahrholz, Christian (2009): Krieg, Kooperation, Kursverlauf. Die Internationale Politische Ökonomie von Finanzmärkten. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden (Studien zur neuen politischen Ökonomie). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-91911-9>.
- Stael von Holstein, Carl-Axel, S. (1972): Probabilistic Forecasting: An Experiment Related to the Stock Market. In: *Organizational Behavior and Human Performance* (8), S. 139–158.
- Task Force "CO<sup>2</sup>-Minderung" (2015): Ergebnisse der Task Force "CO<sup>2</sup>-Minderung", zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Umweltbundesamt (2015): Positionspapier: Klimabeitrag für Kohlekraftwerke.
- United Nations (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. In: *Journal of Environmental Law* 10 (1), S. 215–224. DOI: 10.1093/jel/10.1.215.
- Unteutsch, Michaela (2015): Bewertung "Nationales Klimaschutzinstrument", zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft: Energie: Rund 15.000 Beschäftigte demonstrieren gegen Massenentlassungen und für soziale Sicherheit. Online verfügbar unter <http://www.verdi.de/presse/pressemitteilungen/++co++afc3c2b8-ecac-11e4-a0d3-5254008a33df>, zuletzt geprüft am 06.09.2016.
- Wiggershaus, Jens (2015): Ergebnisse der Vergleichsstudie von Frontier Economics, zuletzt geprüft am 06.09.2016.

# Anhang

## Abbildungen

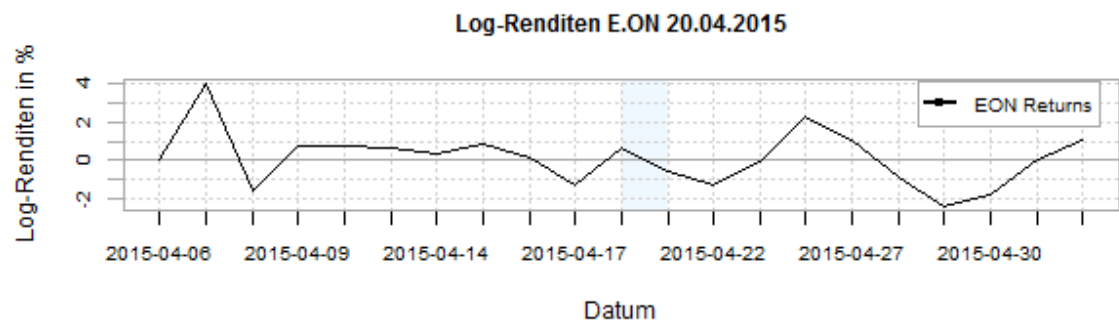
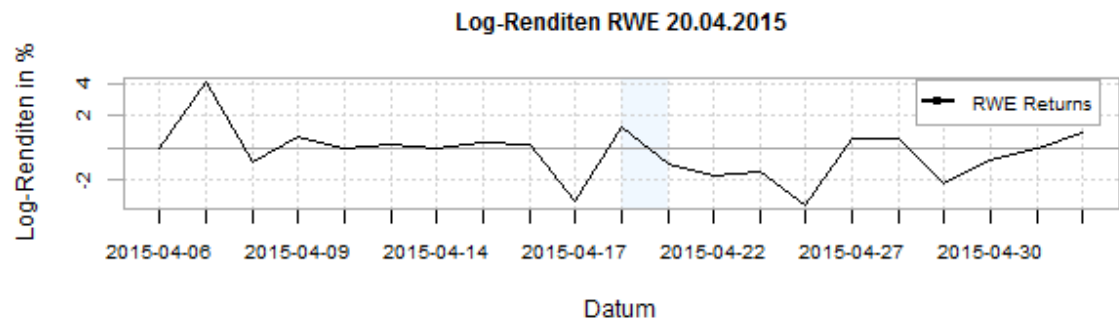


Abb. 10: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 20. April 2015 – Eigene Darstellung

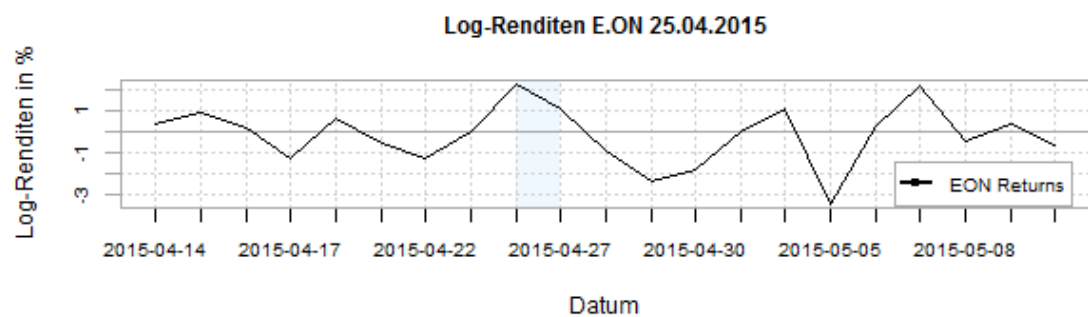
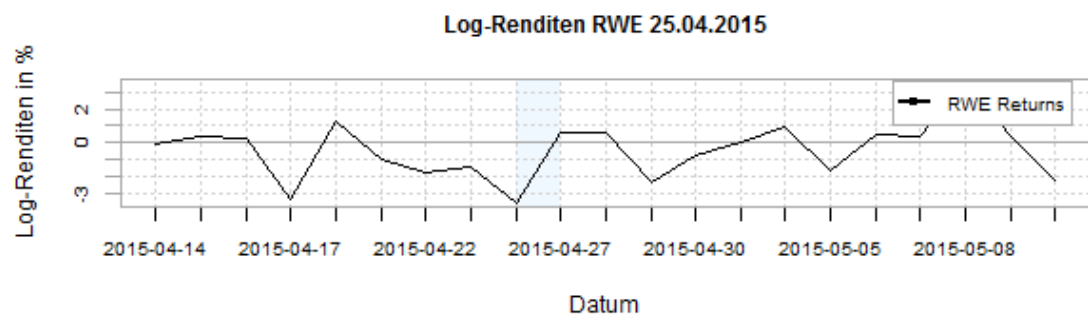


Abb. 11: : Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 25. April 2015 – Eigene Darstellung

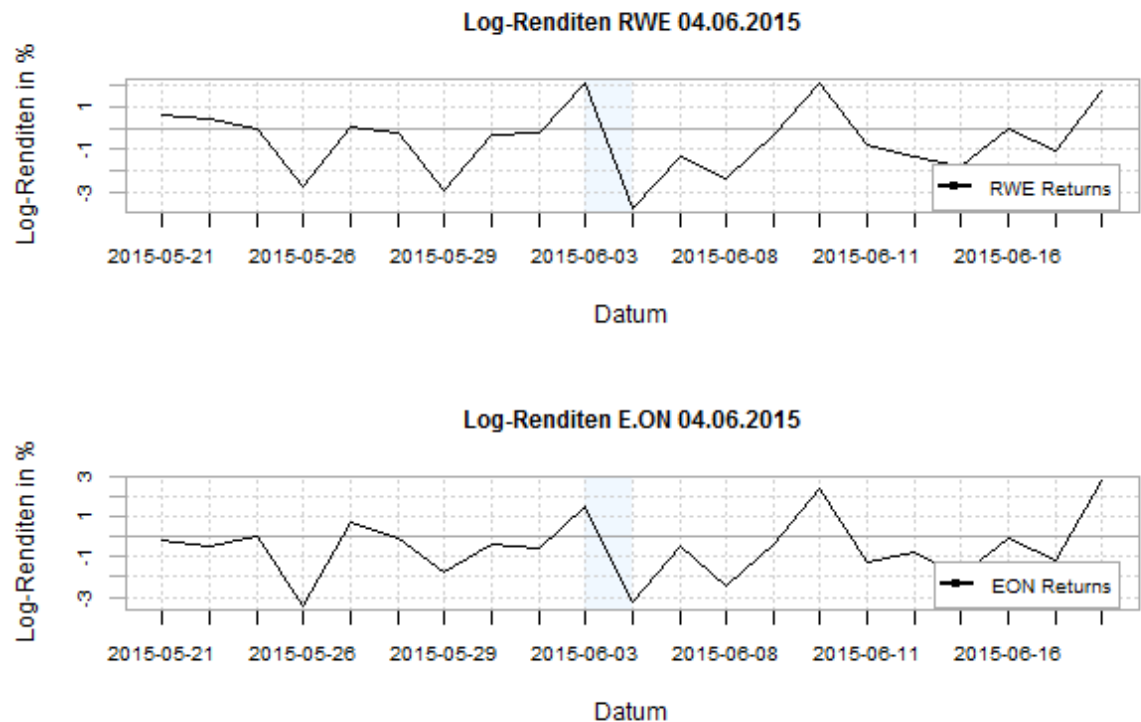


Abb. 12: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 4. Juni 2015 – Eigene Darstellung

## R-Code

#Ökonometrische Analyse der Auswirkungen der Diskussion um den nationalen Klimabeitrag auf ausgewählte Energieerzeuger

```
##### Vorbereitung Datensatz #####
```

```
##### Packages #####
```

```
library("xts", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("PerformanceAnalytics", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("zoo", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("TTR", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("stargazer", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("forecast", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("fGarch", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("FinTS", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("TSA", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("rugarch", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
library("strucchange", lib.loc=~R/win-library/3.3")
```

```
##### Vorbereitung #####

## Ljung-Box-Pierce-Test - bereitgestellt in "tsutil.r", entnommen aus Rainer
Schlittgen, "Angewandte Zeitreihenanalyse mit R", ISBN 978-3-11-041398-4

LjungBoxPierceTest<-function(y,n.par=0,maxlag=24){
  la <- seq(6,maxlag,6)
  BT<-matrix(NA,length(la),4)
  for (i in c(1:length(la))) {
    if(la[i]>n.par){
      bt <- Box.test(y,lag=la[i], type ="Ljung-Box",fitdf = n.par)
      BT[i,]<-round(c(la[i],bt$parameter,bt$statistic,bt$p.value),3)
    }
  }
  colnames(BT)<-c("lags","df","statistic","p-value")
  BT
}

## Kurszeitreihen

# RWE

rwe <-
read.csv2("~/Bachelorarbeit/Daten/D.RWE_Time_Series_010614_010116_final.csv",
stringsAsFactors=FALSE)

rwe_xts<-xts(rwe, order.by=as.Date.character(rwe$Date, format="%Y-%m-%d"))
rwe_xts$Date=NULL
storage.mode(rwe_xts)<- "numeric"
colnames(rwe_xts)<-c("RWE")

# EON

eon <-
read.csv2("~/Bachelorarbeit/Daten/D.EON_Time_Series_010114_010116_test.csv",
stringsAsFactors=FALSE)

eon_xts<-xts(eon, order.by=as.Date.character(eon$Date, format="%Y-%m-%d"))
eon_xts$Date=NULL
storage.mode(eon_xts)<- "numeric"
```

```

colnames(eon_xts)<-c("EON")

## Log-Renditen
# RWE Log-Renditen
rwe.logs.prep<-100*(diff(log(rwe$Stockprize), lag=1))
rwe.date<-rwe$date[-1]
rwe.logs<-data.frame(rwe.date,rwe.logs.prep)
colnames(rwe.logs)<-c("Date", "Returns")
rwe_ret<-xts(rwe.logs, order.by=as.Date.character(rwe.logs$date, format="%Y-%m-%d"))
rwe_ret$date=NULL
storage.mode(rwe_ret)<- "numeric"
colnames(rwe_ret)<-c("RWE Returns")
# EON Log-Renditen
eon.logs.prep<-100*(diff(log(eon$Stockprize), lag=1))
eon.date<-eon$date[-1]
eon.logs<-data.frame(eon.date,eon.logs.prep)
colnames(eon.logs)<-c("Date", "Returns")
eon_ret<-xts(eon.logs, order.by=as.Date.character(eon.logs$date, format="%Y-%m-%d"))
eon_ret$date=NULL
storage.mode(eon_ret)<- "numeric"
colnames(eon_ret)<-c("EON Returns")

#####

## Abbildungen
## Abbildung 3: Kurs- und logarithmierte Renditezeitreihe von RWE - Eigene
Darstellung
png("RWE_Prize_LogReturns_period.png",height=400,width=800)
par(mar=c(4,4,4,4))

```

```

chart.TimeSeries(rwe_xts, auto.grid = FALSE, lwd=1, yaxis=FALSE, xlab="", ylab="",
main="", period.area="2015-03-27::2015-07-03")

axis(2, col="black",las=1)

mtext("Kurs in €",side=2,line=2.5)

par(new=TRUE)

chart.TimeSeries(rwe_ret, auto.grid = FALSE,lwd=1, yaxis=FALSE, xaxis = FALSE,
ylab="", col="blue", main="")

axis(4, col="black",las=1)

mtext("Rendite in %",side=4,line=1.5)

legend("bottomleft",legend=c("Kurs","Rendite"), lty=c(1,1,1),
text.col=c("black","blue"),col=c("black","blue"))

box()

dev.off()

```

## Abbildung 4: Kurs- und logarithmierte Renditezeitreihe von E.ON - Eigene Darstellung

```

png("EON_Prize_LogReturns_period.png",height=400,width=800)

par(mar=c(4,4,4,4))

chart.TimeSeries(eon_xts, auto.grid = FALSE, lwd=1, yaxis=FALSE, xlab="", ylab="",
main="", period.area="2015-03-27::2015-07-03")

axis(2, col="black",las=1)

mtext("Kurs in €",side=2,line=2.5)

par(new=TRUE)

chart.TimeSeries(eon_ret, auto.grid = FALSE,lwd=1, yaxis=FALSE, xaxis = FALSE,
ylab="", col="blue", main="")

axis(4, col="black",las=1)

mtext("Rendite in %",side=4,line=1.5)

legend("bottom",legend=c("Kurs","Rendite"), lty=c(1,1,1),
text.col=c("black","blue"),col=c("black","blue"))

box()

dev.off()

```

## Abbildung 5: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 23. März 2015

```

png("Ret_23032015.png",height=400,width=600)

```



```

par(mfrow=c(2,1))

chart.TimeSeries(rwe_ret[200:220], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen RWE 23.03.2015", legend.loc="topright",
period.area="2015-03-20::2015-03-23", date.format = "")

chart.TimeSeries(eon_ret[200:220], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen E.ON 23.03.2015", legend.loc="topright",
period.area="2015-03-20::2015-03-23", date.format = "")

dev.off()

```

## Abbildung 6: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 3. Juli 2015

```

png("Ret_03072015.png",height=400,width=600)

par(mfrow=c(2,1))

chart.TimeSeries(rwe_ret[274:294], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen RWE 03.07.2015", legend.loc="topright",
period.area="2015-07-02::2015-07-03", date.format = "")

chart.TimeSeries(eon_ret[274:294], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen E.ON 03.07.2015", legend.loc="bottomright",
period.area="2015-07-02::2015-07-03", date.format = "")

dev.off()

```

## Abbildung 7: Normalverteilungs-QQ-Diagramm der Modellresiduen der Dax, RWE und E.ON Renditezeitreihen

```

png("QQ_Residuals.png",height=300,width=600)

par(mfrow=c(1,2))

qqnorm(res_rwe2, main="Q-Q Diagramm RWE Residuen", ylab = "experimentelle
Quantile", xlab = "theoretische Quantile")

abline(mean(res_rwe2),sd(res_rwe2))

qqnorm(res_eon2, main="Q-Q Diagramm E.ON Residuen", ylab = "experimentelle
Quantile", xlab = "theoretische Quantile")

abline(mean(res_eon2),sd(res_eon2))

dev.off()

```

## Abbildung 10: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 20. April 2015

```

png("Ret_20042015.png",height=400,width=600)

par(mfrow=c(2,1))

```

```
chart.TimeSeries(rwe_ret[220:240], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen RWE 20.04.2015", legend.loc="topright",
period.area="2015-04-20::2015-04-21", date.format = "")
```

```
chart.TimeSeries(eon_ret[220:240], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen E.ON 20.04.2015", legend.loc="topright",
period.area="2015-04-20::2015-04-21", date.format = "")
```

```
dev.off()
```

## Abbildung 11: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 25./26. April 2015

```
png("Ret_24042015.png",height=400,width=600)
```

```
par(mfrow=c(2,1))
```

```
chart.TimeSeries(rwe_ret[226:246], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen RWE 25.04.2015", legend.loc="topright",
period.area="2015-04-24::2015-04-27", date.format = "")
```

```
chart.TimeSeries(eon_ret[226:246], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen E.ON 25.04.2015", legend.loc="bottomright",
period.area="2015-04-24::2015-04-27", date.format = "")
```

```
dev.off()
```

## Abbildung 12: Renditezeitreihen von RWE und E.ON am 4.Juni 2015

```
png("Ret_04062015.png",height=400,width=600)
```

```
par(mfrow=c(2,1))
```

```
chart.TimeSeries(rwe_ret[253:273], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen RWE 04.06.2015", legend.loc="bottomright",
period.area="2015-06-03::2015-06-04", date.format = "")
```

```
chart.TimeSeries(eon_ret[253:273], lwd = 1, ylab="Log-Renditen in %",
xlab="Datum", main="Log-Renditen E.ON 04.06.2015", legend.loc="bottomright",
period.area="2015-06-03::2015-06-04", date.format = "")
```

```
dev.off()
```

## Tabellen

## Tabelle 2: Deskriptive Statistiken der stetigen Renditen in %

```
ret_length<-cbind(length(rwe_ret),length(eon_ret))
```

```
ret_mean<-cbind(mean(rwe_ret), mean(eon_ret))
```

```
ret_min<-cbind(min(rwe_ret), min(eon_ret))
```

```

ret_max<-cbind(max(rwe_ret), max(eon_ret))
ret_sd<-cbind(sd(rwe_ret), sd(eon_ret))
ret_skewness<-cbind(skewness(rwe_ret),skewness(eon_ret))
ret_curtosis<-cbind(kurtosis(rwe_ret), kurtosis(eon_ret))
ret_all<-rbind(ret_length, ret_mean, ret_min, ret_max, ret_sd, ret_skewness,
ret_curtosis)
colnames(ret_all)<-c("RWE", "E.ON")
row.names(ret_all)<-c("N", "Mean", "Min", "Max", "St. Dev.", "Skewness", "Kurtosis")
stargazer(ret_all,type="text", title="Decriptive Stats Log Returns", digits = 3, out =
".txt")

```

## Tabelle 3: Augmented-Dickey-Fuller Test auf Stationarität

```

rwe_adf<-cbind(adf.test(rwe_ret)$statistic, adf.test(rwe_ret)$p.value)
eon_adf<-cbind(adf.test(eon_ret)$statistic, adf.test(eon_ret)$p.value)
all_adf<-rbind(rwe_adf, eon_adf)
colnames(all_adf)<-c("ADF-Test", "p-Value")
row.names(all_adf)<-c("RWE", "E.ON")
stargazer(all_adf ,type="text", title="Augmented Dickey-Fuller Test", digits = 3, out =
".txt")

```

## Tabelle 4: Jarque-Bera Test auf Normalverteilung

```

rwe_jb<-cbind(jarque.bera.test(rwe_ret)$statistic, jarque.bera.test(rwe_ret)$p.value)
eon_jb<-cbind(jarque.bera.test(eon_ret)$statistic, jarque.bera.test(eon_ret)$p.value)
all_jb<-rbind(rwe_jb, eon_jb)
colnames(all_jb)<-c("Jarque-Bera Test", "p-Value")
row.names(all_jb)<-c("RWE", "E.ON")
stargazer(all_jb ,type="text", title="Jarque-Bera Test", out = ".txt")

```

## Tabelle 5: Renditen außerhalb eines Intervalls von 3 und 4 (rot)  
Standardabweichungen

```

q=4 # Anzahl der Standardabweichungen, die als Intervall untersucht werden sollen
# RWE

```

```

sdq_rwe<-q*sd(rwe_ret)
sdqp_rwe<-which(rwe_ret > sdq_rwe)
sdqm_rwe<-which(rwe_ret < -sdq_rwe)
outsdq_rwe<-rbind(sdqp_rwe,sdqm_rwe)
rwe_ret[outsdq_rwe]
# EON
sdq_eon<-q*sd(eon_ret)
sdqp_eon<-which(eon_ret > sdq_eon)
sdqm_eon<-which(eon_ret < -sdq_eon)
outsdq_eon<-rbind(sdqp_eon,sdqm_eon)
eon_ret[outsdq_eon]

## Tabelle 6: Parameterschätzung der GARCH(1,1)-Modelle für Dax, RWE und E.ON
Renditezeitreihen

specgarch0 <- ugarchspec(variance.model=list(model="sGARCH", garchOrder=c(1,1)),
mean.model=list(armaOrder=c(0,0)), distribution="norm")
#RWE_GARCH(1,1)
rwe_mod0<- ugarchfit(data=rwe_ret, spec=specgarch0)
show(rwe_mod0)
#EON_GARCH(1,1)
eon_mod0<- ugarchfit(data=eon_ret, spec=specgarch0)
show(eon_mod0)

## Tabelle 7: Ljung-Box-Pierce-Test der geschätzten GARCH(1,1)-Modelle
res_rwe2<-residuals(rwe_mod0, standardize=TRUE)
res_eon2<-residuals(eon_mod0, standardize=TRUE)

LjungBoxPierceTest(res_rwe2^2,3,18)
LjungBoxPierceTest(res_eon2^2,3,18)

## Tabelle 8:
## Ausreißererkennung nach Doornik & Ooms 2005

```

```

# Alle-Renditen
ret<-cbind(rwe_ret, eon_ret)

ret<-xts(ret, order.by=as.Date.character(rwe.logs$Date, format="%Y-%m-%d"))

# Konstanten
T<- 414 #length(sample_data)
Ct<- 5.66+1.88*log10(T)

# Spezifikation Variablen
specgarch0 <- ugarchspec()
mod0<- ugarchfit()
lb<-c()
mod0.resSt<-c()
mod0.res.abs<-c()
a<-c()
z<-c()
dt<-matrix()
dt1<-matrix()
specgarch<-ugarchspec()
mod<-ugarchfit()
lm<-c()
C<-c()
mod.resSt<-c()
mod.res.abs<-c()
loc<-matrix()
outliers<-matrix()
critval<-c("FALSE")
no<-c()
k<-c()
outliers<-c()
outlier<-c()
i<-1

# i ist der Spaltenindex für (1)RWE, (2)E.ON Renditezeitreihen in xts-Datensatz "ret"

```

```

# Hiermit kann zwischen den beiden Renditedatensätzen unterschieden werden.

specgarch0 <- ugarchspec(variance.model=list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)), mean.model=list(armaOrder=c(0,0)), distribution="norm")

mod0<- ugarchfit(data=ret[,i], spec=specgarch0)

lb<-likelihood(mod0)

mod0.resSt<-residuals(mod0, standardize=TRUE)

mod0.res.abs<-abs(mod0.resSt)

a<-which.max(mod0.res.abs)

dt<-matrix(0,T)

dt[a]<-1

dt1<-matrix(0,T)

dt1[a-1]<-1

bout<-0

while (critval == "FALSE") {

  specgarch <- ugarchspec(variance.model=list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1), external.regressors= dt1), mean.model=list(armaOrder=c(0,0),
external.regressors= dt), distribution="norm")

  mod<- ugarchfit(data=ret[,i], spec=specgarch)

  lm<-likelihood(mod)

  C<- 2*(lm-lb)

  critval<- C < Ct

  if (sum(dt) != bout)

    bout<-sum(dt)

  else

    break

# Schritt 4

ym<-mod@fit$coef["mxreg1"]

tm<-mod@fit$coef["vxreg1"]

a1 <- mod@fit$coef["alpha1"]

ts1<-ret[,i]-(dt*ym)

mod1<- ugarchfit(data=ts1, spec=specgarch0)

l0<-likelihood(mod1)

```

```

stef<-ym^2-(tm/a1)
if (stef <= 0) { y1<-0 } else
  if (ym >= 0) {y1 <- ym-stef^0.5} else {y1 <- ym+stef^0.5}
ts2<-ret[,i]-dt*y1
mod2<- ugarchfit(data=ts2, spec=specgarch0)
l1<-likelihood(mod2)
if (l0 >= l1){
  y2<-ym
  l2<-l0
} else {
  y2<-y1
  l2<-l1
}
print(lm-l2)
# Schritt 5
if (2*(lm-l2) <= 3.84){type<-c("ALO",y2)} else{type<-c("AVO",ym)}
outlier<-cbind(rwe.date[a],type[1], type[2])
outliers<-rbind(outliers, outlier)
mod.resSt<-residuals(mod, standardize=TRUE)
mod.res.abs<-abs(mod.resSt)
a<-which.max(mod.res.abs)
dt[a]<-1
dt1[a-1]<-1
}
colnames(outliers)<-c("Datum", "Typ", "Einfluss")
print(outliers)

```

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel

„Ökonometrische Analyse der Auswirkungen der Diskussion um den Nationalen  
Klimabeitrag auf ausgewählte Energieerzeuger“

eigenständig und ohne Verwendung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe und, dass alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, als solche kenntlich gemacht sind. Außerdem versichere ich, dass diese Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form im Rahmen einer anderen Prüfung noch nicht vorgelegt worden ist.

Mir ist bekannt, dass im Falle einer Täuschung die Abschlussarbeit mit „nicht bestanden“ bewertet wird.

Düsseldorf, den 6. September 2016