Hochschule Ruhr West
Betriebswirtschaftslehre – Finanzwirtschaft und Management B.A., Mülheim an der Ruhr

Bachelorarbeit

Lässt sich ein linearer Zusammenhang zwischen Umweltbemühungen eines DAX 40-Unternehmens und seiner Rentabilität nachweisen?
Eine empirische Analyse.

Eingereicht bei:
Erstgutachter: Prof. Dr. Alexander Bönner
Zweitgutachter: Dipl. Kfm. Ekkehard Link
Abgabetermin: 27.08.2023

Johannes Möhrer
Matrikelnummer: 10014238
Geboren am 21.04.1998 in Essen

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis ..... **II**

Abbildungsverzeichnis ..... **III**

Tabellenverzeichnis ..... **IV**

Symbolverzeichnis ..... **V**

1. Einleitung **1**

1.1. Relevanz des Themas *1*

1.2. Ziel und Aufbau der Arbeit *2*

2. Nachhaltigkeit im Wirtschaftskontext **3**

2.1. Nachhaltigkeitsrisiken *3*

2.2. Treibhausgas-Emissionszertifikatshandel *5*

2.3. Offenlegungspflichten *8*

2.4. Kritische Würdigung der Nachhaltigkeitsberichterstattung *9*

3. Empirische Untersuchung anhand der DAX 40 Unternehmen **10**

3.1. Aktueller Forschungsstand *11*

3.2. Hypothesen *13*

3.3. Auswahl der Stichprobe *15*

3.4. Festlegung der Variablen *18*

3.4.1. Abhängige Variablen 18

3.4.2. Unabhängige Variablen 20

3.4.3. Kontrollvariablen 24

3.5. Lineare Panel-Regression *26*

3.6. Durchführung und Interpretation *32*

3.6.1. Deskriptive Statistik der Exogenen 32

3.6.2. Deskriptive Statistik der Endogenen 36

3.6.3. Induktive Statistik 39

4. Fazit **48**

4.1. Überprüfung der Hypothesen *48*

4.2. Ausblick *49*

Literaturverzeichnis **51**

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BW	Buchwert
CPI	Consumer Price Index (Verbraucherpreisindex)
CSR	Corporate Social Responsibility
EBIT	Earnings before Interests and Taxes
EU-ETS	European Union Emissions Trading System
EZB	Europäische Zentralbank
GRI	Global Reporting Initiative
HGB	Handelsgesetzbuch
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPO	Initial Public Offering
ISO	International Organization of Standardization
KAGB	Kapitalanlagegesetzbuch
KVG	Kapitalverwaltungsgesellschaft
MaRisk	Mindestanforderungen an das Risikomanagement
MW	Marktwert
OLS	Ordinary Least Squares (gewöhnliche kleinste Quadrate)
ROA	Return on Assets
ROE	Return on Equity
SDGs	Social Development Goals
SSR	sum of squared residuals
THG	Treibhausgas
UN	United Nations
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Preisentwicklung der CO2-Emissionsrechte im europäischen Emissionshandel . 6
Abbildung 2: Vergleich Strommix Deutschland (2017, 2022) 7
Abbildung 3: Übersicht THG-Emissionen (Scope 1-3) 22
Abbildung 4: Entwicklung Inflationsrate und Umlaufrendite Deutschland (2017-2023)..... 25
Abbildung 5: Werteverteilung Scope 1-2 (2019-2022) 32
Abbildung 6: Entwicklung der arithmetischen Mittelwerte Scope 1-3 (2019-2022) 34
Abbildung 7: Werteverteilung Scope 3 (2019-2022) 34
Abbildung 8: Werteverteilung Waste Emissions (2019-2022) 35
Abbildung 9: Entwicklung der arithmetischen Mittelwerte Waste Emissions (2019-2022) ... 36
Abbildung 10: Werteverteilung ROA und ROE (2019-2022) 36
Abbildung 11: Werteverteilung Tobin´s Q (2019-2022)..... 37
Abbildung 12: Entwicklung arithmetischer Mittelwerte endogener Variablen (2019-2022) . 38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auf- und Absteiger im deutschen Leitindex DAX (2019-2022) 17
Tabelle 2: Fehlende Datenpunkte in der Stichprobe 18
Tabelle 3: Ergebnistabelle, VIFs 39
Tabelle 4: Korrelationsmatrix, Paneldatensatz 40
Tabelle 5: Ergebnistabelle Panel Regression nach Pooling-Modell, Y-Variable: ROA 41
Tabelle 6: Ergebnistabelle Panel Regression nach Pooling-Modell, Y-Variable: ROE 42
Tabelle 7: Ergebnistabelle Panel Regression nach Pooling-Modell, Y-Variable: Tobin´s Q..... 43
Tabelle 8: Ergebnistabelle Panel Regression nach Fixed-Effects-Modell, Y-Variable: ROA..... 44
Tabelle 9: Ergebnistabelle Panel Regression, Y-Variable: ROE..... 45
Tabelle 10: Ergebnistabelle Panel Regression, Y-Variable: Tobin´s Q..... 46
Tabelle 11: Zusammenfassende Ergebnistabelle signifikanter Zusammenhänge 46
Tabelle 12: Ergebnistabelle Goldfeld-Quandt-Test..... 47

Symbolverzeichnis

α	konstantes Glied / Intercept / Y-Achsenabschnitt
β	Regressionskoeffizienten
ε	Störgröße
i	Zahl der Beobachtung (Index)
J	Anzahl der Beobachtungen
K	Anzahl der exogenen Variablen
k	Zahl der exogenen Variable (Index)
N	Grundgesamtheit
n	Stichprobe
R^2	Bestimmtheitsmaß R-Quadrat
${R^2}_{adj}$	adjustiertes / korrigiertes Bestimmtheitsmaß R-Quadrat
σ^2	Varianz
t	Zahl der Periode (Index)
TOL	Toleranzwert
VIF	Varianzinflationsfaktor
x	Exogene oder unabhängige Variable / Regressor / Prädiktor
y	endogene oder abhängige Variable / Regressand / Kriterium
y_k	Messwert der endogenen Variable
$\hat{y}_k$	Schätzwert der endogenen Variable
$\bar{y}$	Mittelwert der endogenen Variable

1. Einleitung

1.1. Relevanz des Themas

„Der Klimawandel ist […] zu einer der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts geworden."[1] Und dieser hat die Kraft, ein Aufrechterhalten bestehender gesellschaftlicher Modelle in der Zukunft nicht mehr zuzulassen. Besonders die Erwärmung der Atmosphäre stellt durch ihre Auswirkungen auf globale Meeresspiegel, Desertifikation sowie Starkregenereignisse einen entscheidenden Risikofaktor dar. Um diese zukünftig zumindest zu begrenzen, wird es notwendig sein, die regelmäßige Emission von Treibhausgasen (THG) in die Atmosphäre zu reduzieren und dauerhaft zu limitieren. Hierzu wurde im Rahmen der Pariser Konventionen im Jahr 2019 das sogenannte 2°C-Ziel verabschiedet. In diesem verpflichten sich die unterzeichnenden Staaten zur Reduktion ihrer THG-Emissionsmenge, um möglichst einen Temperaturanstieg von 2°C seit Beginn der Industrialisierung zu vermeiden.[2] Eine entscheidende Rolle bei der Erreichung dieses Ziels wird der Wirtschaft zugeschrieben. Es wird interessant sein zu untersuchen, ob seit 2019 bereits finanzielle Auswirkungen durch die Reduktion der THG-Emissionsmenge auf Unternehmensebene zu erkennen sind.

Um die Entwicklung von Umweltbemühungen deutscher Unternehmen untersuchen und gegebenenfalls zukünftig auch weiter steuern zu können, wurde der § 289b HGB (Pflicht zur nichtfinanziellen Erklärung; Befreiung) in das deutsche Handelsgesetzbuch aufgenommen. Dieser verpflichtet bestimmte Unternehmen zur Veröffentlichung von Umweltbelangen, wie der Treibhausgasemission, des Wasserverbrauchs, der Luftverschmutzung, der Nutzung von erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energien sowie dem Schutz der biologischen Vielfalt (§ 289c II Nr. 1 HGB). Dieser rechtliche Hintergrund macht eine empirische Analyse zum genannten Thema möglich und zeigt gleichzeitig, dass auch der deutsche Staat durch seine Rechtsprechung bestrebt ist, seinen Beitrag zur Erreichung des 2°C-Ziels zu leisten.

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts beschäftigen sich verschiedene wissenschaftliche Analysen mit dem Zusammenhang von Nachhaltigkeitsbemühungen und dem Erfolg von Unternehmen.[3] Bei diesen Studien wurden verschiedene Regionen in unterschiedlichen Zeiträumen untersucht. Die ausschließliche Betrachtung von großen, kapitalmarktorientierten

[1] Ranke, 2019, S. V
[2] Vgl. Ranke, 2019, S. Vff.
[3] Vgl. Iwata & Okada, 2011; Wang, Li, & Gao, 2013; Delmas, Nairn-Brich, & Lim, 2015; Lee, Min, & Yook, 2015; Misani & Pogutz, 2015; Busch u.a., 2020

Gesellschaften in Deutschland seit Beschluss des § 289b HGB sowie der Pariser Konventionen von 2019 wurde bisweilen noch nicht angestellt und veröffentlicht.

1.2. Ziel und Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit hat das Ziel, die Auswirkung von Umweltbemühungen, insbesondere der Reduktion der jährlichen THG- und Abfallemissionsmenge, auf die Rentabilität und auf die Bewertung eines Unternehmens zu untersuchen. Konkret werden jene Unternehmen betrachtet, welche am 31.12.2022 im DAX 40 gelistet wurden.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird im Anschluss an die Einleitung der Begriff der Nachhaltigkeit im Wirtschaftskontext definiert. Hierzu werden ausgewählte Nachhaltigkeitsrisiken und der aktuell in Deutschland gültige regulatorische Hintergrund beleuchtet. Anschließend folgt eine kritische Würdigung der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Im dritten Kapitel der Arbeit erfolgt die empirische Analyse zum Thema auf Grundlage veröffentlichter Finanz- und Nachhaltigkeitsdaten der 40 DAX-Unternehmen. Einleitend werden Hypothesen formuliert, denen es in der Analyse zu begegnen gilt. Anschließend wird die zugrundeliegende Stichprobe betrachtet und auf die folgende Untersuchung hin angepasst. Es folgt die Festlegung der exogenen und endogenen sowie der Kontrollvariablen. In Abschnitt 3.5. werden die statistischen und mathematischen Grundlagen zur nachfolgenden Panelregression erläutert, bevor diese im Nachgang durchgeführt wird. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt zunächst deskriptiv, wobei konkret auf die Streuungs- und Lagemaße der Variablen eingegangen wird und anschließend induktiv, indem die Stichprobe auf lineare Regression untersucht wird. Zum Abschluss der Analyse erfolgen verschiedene Tests zur Validierung der erhaltenen Ergebnisse. Zuletzt folgen das Fazit, in dem eine abschließende Beurteilung der aufgestellten Hypothesen vorgenommen wird, und ein Ausblick auf die künftigen Entwicklungen der untersuchten Thematik sowie der Forschung.

2. Nachhaltigkeit im Wirtschaftskontext

2.1. Nachhaltigkeitsrisiken

Grundsätzlich lassen sich Klima- und Umweltrisiken in physische und transitorische Risiken unterscheiden. Physische Risiken beschreiben mögliche negative Auswirkungen, welche direkt aus dem Klimawandel resultieren. Als akut werden dabei z.B. die Zerstörung von Lieferketten durch Extremwetterereignisse oder Ernteausfälle in Folge von Überschwemmungen oder Dürren bezeichnet. Im Gegensatz hierzu stehen chronische physische Risiken, die nach allmählicher Entwicklung dauerhaft auftreten könnten. Hierzu gehören beispielsweise Überflutungen von Anbau- und Siedlungsflächen in Folge der Erhöhung des globalen Meeresspiegels.

Transitorische Risiken hingegen wirken indirekt durch die Veränderung der klimatischen Bedingungen. Sie entstehen vielmehr aus den daraus resultierenden Marktveränderungen sowie Gesetzesanpassungen. Ein mögliches Verbot der Inbetriebnahme von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor könnte darunterfallen, aber auch der Reputationsverlust bei ausbleibenden Umweltbemühungen eines Unternehmens.[4]

Der Global Risk Report des World Economic Forum von 2023 benennt Risiken, die derzeit global als entscheidend wahrgenommen werden. Hierbei wird eine Unterscheidung nach dem Zeithorizont vorgenommen, in denen ein Schlagendwerden der jeweiligen Risiken als wahrscheinlich angenommen wird. Im Prognosezeitraum bis 2025 gehören fünf der zehn gravierendsten globalen Risiken der Kategorie „Umwelt“ an, im zehnjährigen Horizont bis 2033 sind es bereits sechs. Hierzu gehört zum einen das Risiko, dass der Klimawandel nicht rechtzeitig eingedämmt werden kann, sowie zum anderen, dass eine entsprechende Anpassung an die Folgen des Klimawandels nicht gelingen wird. Auf Platz zwei im Zeithorizont bis 2025 bzw. Platz drei bis 2033 rangieren drohende Umweltkatastrophen sowie Extremwetterereignisse.[5]

Um den Klimawandel und seine Auswirkungen global zu bekämpfen, haben im Jahr 2015 insgesamt 197 Staaten im Rahmen des United Nations Framework Convention on Climate

[4] Vgl. Europäische Zentralbank, Bankenaufsicht, 2020, S. 11f.
[5] Vgl. World Economic Forum, 2023, S. 6

Change (UNFCCC) das Übereinkommen von Paris unterzeichnet.[6] In diesem verpflichten sich die unterzeichnenden Staaten, gemeinsam formulierte Ziele zu unterstützen, und erklären sich bereit, hierzu Anstrengungen auf sich zu nehmen. Zu diesen Zielen gehört es, den „Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2°C über dem vorindustriellen Niveau“[7] zu halten. Möglichst soll der Temperaturanstieg auf maximal 1,5°C begrenzt werden.[8]

Gemäß dem sechsten Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) aus dem Jahr 2022 ist eine sofortige Trendwende in der globalen Wirtschaft vonnöten, um das 1,5°C- bzw. das 2°C-Ziel der Pariser Konventionen einzuhalten zu können. Hierzu müssten die globalen CO_2-Emissionen gegenüber dem Basisjahr 2019 bis 2030 um rd. 50% und bis 2040 um rd. 80% reduziert werden. Bis 2050 müsste dann die gesamte globale Ökonomie in eine klimaneutrale Wirtschaft transformiert worden sein.[9] Ein möglichst frühzeitiger Ausstieg aus der fossilen Energiegewinnung wird als entscheidend eingeordnet. Als ebenso wichtig wird die Abkehr der Nutzung von konventionellen Kraftfahrzeugen erachtet, die durch fossile Energieträger betrieben werden.[10] Der Umbau der Wirtschaft hin zu einer klimaneutralen Ökonomie wird dabei besonders kostspielig werden. So werden die Kosten, die in der aktuellen Dekade bis 2030 für notwendige Investitionen anfallen werden, auf das drei- bis sechsfache heutiger Investitionen in den Klimaschutz geschätzt. Derzeit werden global mehr Gelder aus privater sowie öffentlicher Hand in die Gewinnung fossiler Energien als in den Klimaschutz investiert.[11]

Die Erkenntnisse aus den Klimarisiken unterstützen zunächst die Hypothese, dass solche Unternehmen, welche sich um ihre Umweltleistung bemühen, künftig profitabler sein werden als solche, die es nicht tun, da sie keine so stark ausgeprägten transitorischen Risiken befürchten müssen. Sollten sich die unterzeichnenden Staaten der Pariser Konventionen tatsächlich in einer notwendigen Stringenz für die Erreichung der Klimaziele einsetzen, dürfte dies zu empfindlichen finanziellen Nachteilen für Unternehmen führen, die wenig Wert auf ihre Umweltleistung legen. Die Tatsache, dass derzeit noch mehr Investitionsgelder in konventionelle

[6] Vgl. Deutscher Bundestag, 2018, S. 4
[7] United Nations, 2015, Artikel 2
[8] Vgl. United Nations, 2015
[9] Vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023, S. 6f.
[10] Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2023
[11] Vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023, S. 47f.

als in erneuerbare Energieproduzenten fließen, deutet auf ein Marktversagen hin. Hier wird der Eingriff staatlicher Regulatoren notwendig werden.

2.2. Treibhausgas-Emissionszertifikatshandel

Als Antwort auf die Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls im Jahr 1998, durch welche sich zunächst 55 Staaten weltweit der Reduktion der jährlichen Treibhausgasemissionen verpflichtet hatten,[12] erließen das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union im Jahr 2003 die Richtlinie 2003/87/EG. Diese ebnete den Weg für die Einführung des European Union Emissions Trading System (EU-ETS) im Jahr 2005 als Handelsplatz für europäische Emissionszertifikate.

Die Ausgabe von Emissionszertifikaten stellt einen regulatorischen Eingriff in die Marktwirtschaft dar, der seine Motivation im Umweltschutzgedanken findet. Solche Zertifikate stellen allgemein eine Mengenlösung dar, die eingesetzt werden kann, um als Staat Einfluss auf Marktversagen zu nehmen. Ein Zertifikat verbrieft das Recht auf Emission einer metrischen Tonne Treibhausgas, berechnet als CO_2-Äquivalent. Beim Ausstoß solcher Gase wird ein Zertifikat verbraucht. Benötigt ein Unternehmen seine Zertifikate selbst nicht, da es seine Emissionsmenge entsprechend reduziert hat, kann das Zertifikat am europäischen Handelsplatz EU-ETS an einen anderen Marktteilnehmer veräußert werden. Der Preis bildet sich hierbei aus dem Verhältnis von Angebot und Nachfrage am Markt. Indem der Staat die Ausgabemenge an Zertifikaten seiner Klimaschutzstrategie anpasst, also die Menge regelmäßig reduziert, wird das Angebot verknappt. Somit wird den Unternehmen ein Anreiz geschaffen, ihre Emissionsmenge zu reduzieren, um Kosten für den Kauf von Zertifikaten einzusparen.[13] Derzeit liegt der lineare Kürzungsfaktor der Gesamtmenge ausgegebener Zertifikate bei jährlich 2,2%. Bislang werden diese zu Beginn einer Periode zumindest noch teilweise kostenfrei an europäische Unternehmen verteilt. Ab 2030 sollen bis auf einige Ausnahmen keine Unternehmen mehr Zertifikate ohne Gegenleistung erhalten.[14]

[12] Vgl. United Nations, 1998, Artikel 2
[13] Vgl. Endres & Rübbelke, 2022, S. 121ff.
[14] Vgl. Frenz, 2021, S. 265

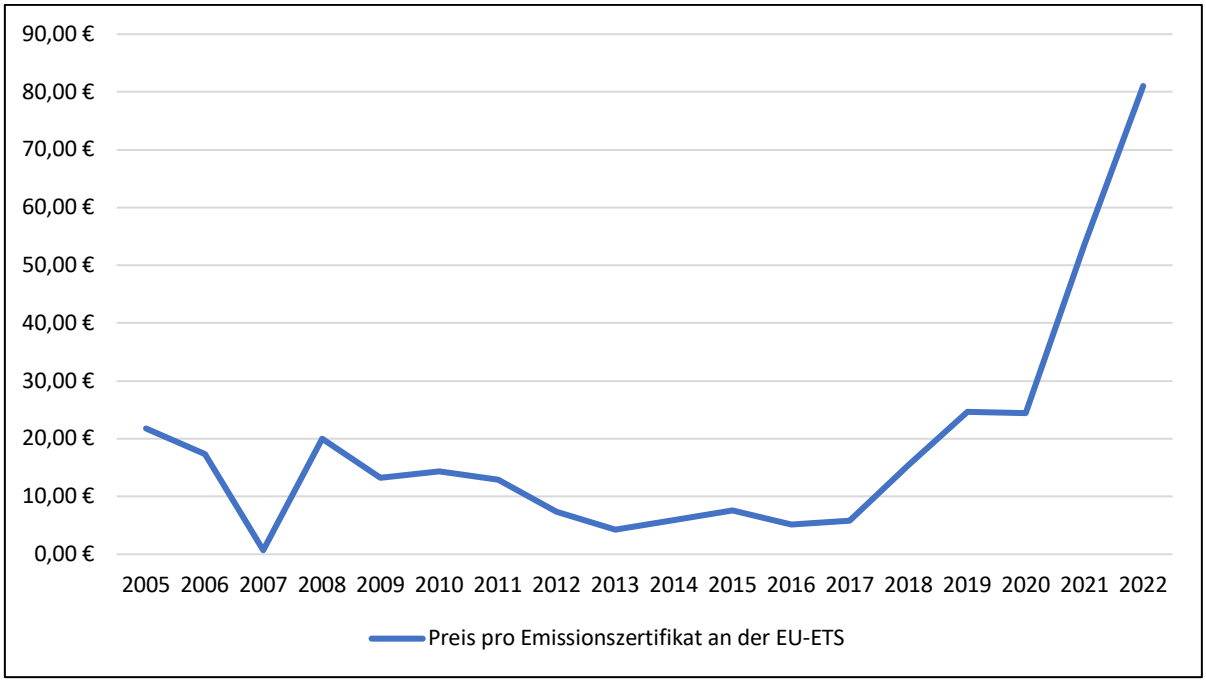

Abbildung 1: Preisentwicklung der CO2-Emissionsrechte im europäischen Emissionshandel[15]

Damit die Mengenlösung ihr Ziel erreicht und Anreize für eine kontinuierliche Reduktion der THG-Emissionen in der Wirtschaft setzt, muss die Zahl an jährlich ausgegebenen Zertifikaten regelmäßig und konsequent abgesenkt werden. Gegenteilig wurde zu Zeiten der globalen Finanzmarktkrise in den Jahren nach 2008 verfahren, als die Wirtschaft nicht zusätzlich belastet werden sollte. So fiel der Preis für eine Tonne THG-Emissionen bis 2013 auf einen Tiefstand.[16] Durch die letzte Reform der EU-ETS im Jahr 2021, wurde die Marktstabilitätsreserve eingeführt, die es den Staaten ermöglicht, das Angebot an Zertifikaten gezielt je nach Marktsituation zu verknappen oder auszuweiten. Infolgedessen ist der Preis seitdem wieder deutlich angestiegen (vgl. Abb. 1).[17]

Besonders gravierend wirkt sich die Preisentwicklung der THG-Emissionszertifikate auf energieintensive Unternehmen aus. Eine entscheidende Rolle für solche Unternehmen spielt dann die Zugangsmöglichkeit zu emissionsarmen Energieformen. Daher lohnt sich ein Blick auf die in Abbildung 2 dargestellte Entwicklung des deutschen Strommix.

[15] Vgl. European Environment Agency, 2023
[16] Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2022
[17] Vgl. European Environment Agency, 2023

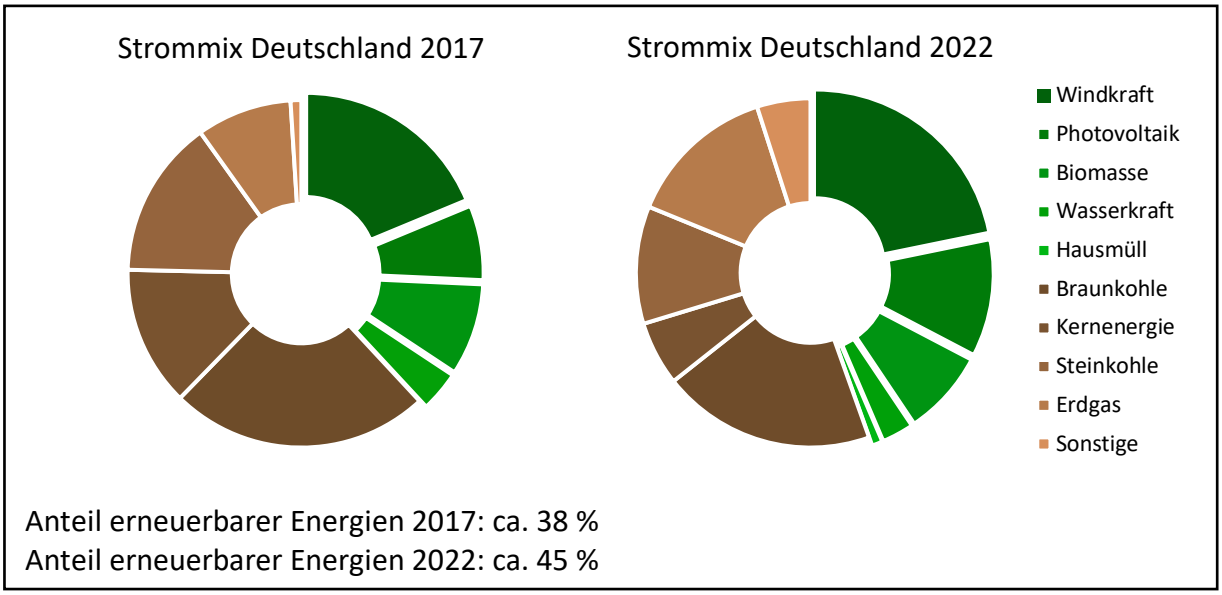

Abbildung 2: Vergleich Strommix Deutschland (2017, 2022)

Im Zeitraum von 2017 bis 2022 hat sich der Strommix in Deutschland signifikant verändert, insbesondere durch den verstärkten Ausbau erneuerbarer Energien. Im Jahr 2017 stammten 19% des erzeugten Stroms aus Windkraft, 7% aus Photovoltaik, 9% aus Biomasse und 4% aus Wasserkraft. Die Nutzung von Braunkohle betrug 24%, Kernenergie 13%, Steinkohle 15% und Erdgas 9%, während sonstige Quellen 1% ausmachten. Bis 2022 zeichnete sich eine deutliche Verschiebung ab: Windkraft trug nun 22% bei, Photovoltaik 11%, Biomasse 8% und Wasserkraft 3%. Der Anteil der Braunkohle sank auf 20%, Kernenergie auf 6%, Steinkohle auf 11%, während Erdgas auf 14% und der Anteil anderer Energiequellen auf 5% anstiegen. Zusätzlich erfolgte die Einbeziehung von Hausmüll. Diese Entwicklung spiegelt den zunehmenden Fokus auf erneuerbare Energien wider, um die Energieerzeugung in Deutschland nachhaltiger und umweltfreundlicher zu gestalten. [18]

Die sich verändernde Energiesituation hat potenziell weitreichende Auswirkungen auf Unternehmen in Deutschland. Es ist zu erwarten, dass besonders die energieintensiven Unternehmen die Auswirkungen der gestiegenen Preise für THG-Zertifikate stärker spüren, was zu einer zusätzlichen Belastung ihrer Betriebskosten und somit ihrer Rentabilität führt. Immer mehr Unternehmen rücken ihren Fokus auf die Nutzung klimafreundlicher oder sogar

[18] Vgl. Fraunhofer ISE, 2018 und Statistisches Bundesamt, 2023

klimaneutraler Energiequellen, um sowohl die Risiken als auch die finanzielle Belastung zu reduzieren und ihre langfristige Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

2.3. Offenlegungspflichten

Das deutsche Handelsgesetzbuch beinhaltet zwar keine expliziten Vorschriften in Sachen Umwelt- und Klimaschutz, nimmt aber dennoch eine entscheidende Rolle hierbei ein. Durch den § 289b HGB (Pflicht zur nichtfinanziellen Erklärung; Befreiung) werden bestimmte Unternehmen dazu verpflichtet, den jährlich anzufertigenden Lagebericht um eine separate Berichterstattung über nichtfinanzielle Belange zu erweitern und zu veröffentlichen. Hierzu gehören Unternehmen, die die Voraussetzungen einer großen Kapitalgesellschaft (§ 267 III 1 HGB) und einer kapitalmarktorientierten Kapitalgesellschaft (§ 264d HGB) erfüllen, sowie mindestens 500 Arbeitnehmer im Jahresdurchschnitt beschäftigen (§ 289b I HGB). In der nichtfinanziellen Erklärung müssen dann u.a. Umweltbelange des jeweiligen Unternehmens beschrieben werden. Konkret wird auf die Berichterstattung von THG-Emissionen, Wasserverbrauch, Luftverschmutzung, die Nutzung von erneuerbaren Energien und den Schutz der biologischen Vielfalt verwiesen (§ 289c II Nr. 1 HGB).

Die Aufnahme der §§ 289b f. HGB stellt die Transformation der europäischen Corporate Social Responsibility-Richtlinie 2014/95/EU (CSR-Richtlinie) von 2014 in deutsches nationales Recht dar. Diese sollen Anreize für die verpflichteten großen Unternehmen setzen, sich zunehmend nachhaltig zu positionieren. Die Legislative hält sich somit bewusst mit konkreten gesetzlichen Verpflichtungen bezüglich Umweltleistungen von Unternehmen zurück. Der Staat übernimmt seine „Steuerungs- und Lenkungsfunktion“[19] und überlässt den Markt hierbei seinen eigenen Mechanismen.

Durch die Veröffentlichungspflicht werden Share- und Stakeholder befähigt, die Nachhaltigkeitsleistung eines Unternehmens besser zu bewerten und fundierte Entscheidungen bezüglich ihres Investitionsverhaltens oder der Auswahl von Geschäftspartnern zu treffen. Besonders das Reputationsrisiko der berichtenden Unternehmen gewinnt hierdurch an Bedeutung. Dies könnte sich bereits im Marktwert deutscher börsennotierter Unternehmen

[19] Hommelhoff, 2022, S. 73

widerspiegeln. Man wird sich nicht nachsagen lassen wollen, man hätte sich bewusst gegen das Thema der ökologischen Nachhaltigkeit versperrt.[20]

Auch Kapitalverwaltungsgesellschaften (KVG), also Verwalter und Betreiber von Investmentfonds in Deutschland, sehen sich regulatorischen Anforderungen in Sachen Nachhaltigkeitsberichterstattung gegenüber. Seit März 2021 ist die EU-Verordnung 2019/2088 (sog. Offenlegungsverordnung) mit dem Kapitalanlagegesetzbuch (KAGB) verknüpft und somit in deutsches nationales Recht überführt.[21] Die neuen Vorschriften verpflichten KVGen u.a. zur Veröffentlichung einer Strategie zur Einbeziehung von Nachhaltigkeitsrisiken in Anlageentscheidungsprozesse (vgl. § 136 III Nr. 6 KAGB i.V.m. Verordnung (EU) 2019/2088 Art. 3, 6). Außerdem werden KVGen dazu verpflichtet, ein besonderes Augenmerk auf mögliche negative Auswirkungen zu legen, die durch Nachhaltigkeitsfaktoren entstehen können und darauf Bezug zu nehmen, wie diese gemindert werden sollen (Verordnung (EU) 2019/2088 Art. 7).
Durch die Einbeziehung von KVGen in die Nachhaltigkeitsoffenlegung werden nun mittelbare Investoren befähigt, sich bewusst nachhaltig zu positionieren. Dies könnte zusätzlichen Druck auf die Börsenbewertungen deutscher Unternehmen ausüben, welche sich bislang nicht zum Klimaschutz bekennen.

2.4. Kritische Würdigung der Nachhaltigkeitsberichterstattung

Zur aktuellen Kritik an der Nachhaltigkeitsberichterstattung gehört vor allem das Schlagwort „Greenwashing“. Hierunter wird der bewusste Einsatz von Kampagnen und Aktionen einzelner Unternehmen verstanden, um das eigene Nachhaltigkeitsimage aufzubessern. Auffällig wird dies bei der Betrachtung eines Rankings aus dem Jahr 2019 bezüglich digitaler CSR-Aktivitäten in Deutschland. Dass dieses genannte Ranking von den Chemieunternehmen BASF und Bayer sowie dem Stahlkonzern Thyssenkrupp angeführt wird, überrascht. Es wirkt, als legten besonders die traditionsreichen Industrieunternehmen großen Wert auf nachhaltige Berichterstattung.[22] Bei Greenwashing machen sich die berichtenden Unternehmen Informationsasymmetrien zunutze. Die Hersteller eines Produktes kennen seine Inhaltsstoffe sowie seine

[20] Vgl. Hommelhoff, 2022, S. 72f.
[21] Vgl. Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 2021
[22] Vgl. NetFederation GmbH, 2019

Produktionskette. Dennoch ist es ihnen möglich, durch Verschleierung oder Nichtveröffentlichung ausgewählter Daten, Nachhaltigkeitslabels zu erwerben und diese an Stakeholder zu kommunizieren und damit bewusst zu täuschen.[23]

Außerdem sind die Folgen aus der Einführung des CSR-Richtlinienumsetzungsgesetzes (CSR-RUG) kritisch zu betrachten. Besonders der Verweis auf die Wesentlichkeit der zu berichtenden Punkte in der nichtfinanziellen Berichterstattung lässt viel Spielraum für die Unternehmen. Als Folge dessen zeigt sich, dass Nachhaltigkeitsthemen oftmals auf wenigen Seiten und ohne einschlägige Kennzahlen abgehandelt werden.[24]

Erfolgreiche Nachhaltigkeitsberichterstattung sollte eine ordentliche Vergleichbarkeit von Unternehmen, Branchen und Regionen ermöglichen. Hierzu ist es notwendig, dass die berichtenden Unternehmen einheitlichen Regelungen unterliegen, die zur Veröffentlichung nach festgelegten Standards verpflichten. Einen wesentlichen Standard stellt hierbei die Global Reporting Initiative (GRI) dar. Diese formuliert für berichtende Unternehmen freiwillig anzuwendende Richtlinien u.a. für die Veröffentlichung von THG- und Abfallemissionsmengen sowie den Wasserverbrauch. Diese Richtlinie bezieht sich bei ihren Empfehlungen an die Unternehmen immer wieder auf die „Wesentlichkeit“[25] einzelner Faktoren bei der Frage, ob bestimmte Kennzahlen veröffentlicht und wie diese berechnet werden sollen.

Bei der späteren Interpretation der Analyseergebnisse sollten die genannten Punkte zu einer kritischen Würdigung der eingegebenen Stichprobe führen. Die mangelnde Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsdaten deutscher Unternehmen kann zu einer Verzerrung empirischer Studienergebnisse führen.

3. Empirische Untersuchung anhand der DAX 40 Unternehmen

Im folgenden Kapitel wird die empirische Analyse vorbereitet und durchgeführt. Zunächst wird der aktuelle Forschungsstand erörtert, um anschließend eigene Hypothesen zu formulieren. Darauffolgend werden die zu untersuchende Stichprobe erläutert und die Prädiktoren, Kriterien sowie Kontrollvariablen festgelegt. Der Abschnitt schließt mit der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse.

[23] Vgl. Schnell, 2020, S. 249
[24] Vgl. Braun, 2019, S. 22
[25] Vgl. Global Reporting Initiative, 2020

3.1. Aktueller Forschungsstand

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts beschäftigen sich verschiedene wissenschaftliche Analysen mit dem Zusammenhang von Nachhaltigkeitsbemühungen und dem Erfolg von Unternehmen. Eine 2015 veröffentlichte Studie von Magali Delmas, Nicholas Nairn-Brich und Jinghui Lim beschäftigte sich mit dem Zusammenhang zwischen unternehmerisch verursachten Umweltschäden, der Unternehmensrendite sowie der Bewertung des Eigenkapitals von Unternehmen am Markt. Hierzu wurden der Return on Assets (ROA) und Tobin´s Q als unabhängige Variablen in die Analyse eingesetzt. In die Untersuchung flossen Daten von insgesamt 1.095 US-Unternehmen im Zeitraum von 2004 bis 2008 ein. Das Analyseergebnis stellte einen Rückgang der Kapitalrendite bei gleichzeitiger Verbesserung der Umweltleistung fest. Dieser Effekt ließ sich zwar im Betrachtungszeitraum messen, die Autoren gingen aber von einer langfristigen Umkehr dieses Trends aus, sodass sich ein Vorteil bezogen auf die Unternehmensrentabilität in späterer Zukunft absehen ließ. Dies wurde durch die erhöhten Tobin´s Q-Messwerte bei verbesserter Umweltleistung der Unternehmen begründet.[26]

Auf dieser Studie setzte eine empirische Analyse von Timo Busch, Alexander Bassen, Stefan Lewandowski und Franziska Sump auf. Diese replizierte die Studie von 2015 und erweiterte sie geographisch sowie zeitlich, sodass die Analyse auf Unternehmensdaten aus den USA und Europa über einen Zeitraum von 2005 bis 2014 fußte.[27] Das Ergebnis bestätigte das Studienergebnis von Delmas u.a., sodass auch diese Analyse negative Folgen bezüglich der finanziellen Leistungsfähigkeit eines Unternehmens auf seine Reduktion der CO_2-Emissionen feststellte. Dies wurde begründet durch die kurzfristige Leistungssteigerung eines Unternehmens bei gleichzeitig erhöhter CO_2-Emissionsmenge. Im Gegensatz zu Delmas u.a. gingen Busch u.a. allerdings nicht von einer langfristigen Umkehr dieses Trends aus, sondern sie erwarteten, dass höhere Kohlenstoffemissionen auch langfristig mit einer besseren finanziellen Leistung verbunden wären. In ihrem Ausblick nahmen sie auf die Notwendigkeit verstärkter regulatorischer Markteingriffe Bezug, um die globale Wirtschaft dennoch künftig zur Klimaneutralität zu transformieren.[28]

[26] Vgl. Delmas, Nairn-Brich, & Lim, 2015, S. 374f.
[27] Vgl. Busch u.a., 2020, S. 157
[28] Vgl. Busch u.a., 2020, S. 154

Die Analyse von Hiori Iwata und Keisuke Okada konzentrierte sich darauf, zwischen 2004 und 2008 den Einfluss der Verringerung von THG- und Abfallemissionen bei 268 japanischen Unternehmen auf ihre Rentabilität und die Eigenkapital-Bewertung am Markt zu untersuchen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Reduzierung von THG-Emissionen zu einer verbesserten Eigenkapitalrendite von Unternehmen der sauberen Industrie führt, während gleichzeitig die Umsatzrentabilität und der Tobin´s Q-Wert abnehmen. Dieser Effekt ließ sich dahingegen bei Unternehmen der „dirty industries“[29] nicht erkennen. Außerdem benannten sie die Unternehmenswachstumsrate als verstärkenden Faktor dieses Effekts.[30]

Die 2015 veröffentlichte Studie von Ki-Hoon Lee, Byung Min und Keun-Hyo Yook untersuchte den Einfluss von CO_2-Emissionen unter Beachtung der Ausgaben für Umweltforschung und -entwicklung auf den ROA eines Unternehmens. In die Panel-Analyse im Fixed Effects Model flossen Daten von 362 Unternehmen im Zeitraum von 2003 bis 2010 ein. Als Ergebnis erkannte diese Studie einen negativen Zusammenhang zwischen CO_2-Emissionsmenge und Unternehmenswert. Außerdem sollten Unternehmen für ihre negative Umweltleistung konsequenter durch den Markt bestraft werden, als dass etwaige positive Leistungen honoriert werden.[31]

Im Jahr 2010 wurde in einer Studie von Lei Wang, Steven Li und Simon Gao der Zusammenhang von THG-Emissionsmenge auf die finanzielle Leistung eines Unternehmens untersucht. Als abhängige Variable fungierte hierbei die Gesamtkapitalrentabilität ROA. Im Blickfeld stand hierbei eine Stichprobe aus 69 australischen Unternehmen. Als Ergebnis dieser Analyse wurde ein positiver Zusammenhang von Umwelt- zu Finanzleistung festgestellt. Als mögliche Ursache hierfür wurde der Bergbauhintergrund vieler australischer Unternehmen durch die Autoren vermutet. Außerdem wurde ein positiver Zusammenhang zwischen THG-Emissionsmengen der Unternehmen und ihrem Tobin´s Q festgestellt.[32]

Im Zeitraum von 2007 bis 2013 wurde durch Nicola Misani und Stefano Pogutz speziell ein kohlenstoffintensives Wirtschaftssegment untersucht mit dem Ziel, einen Zusammenhang von THG-Emissionsmenge und Unternehmensrendite sowie -bewertung zu identifizieren. Als endogene Variable innerhalb der Regressionsanalyse fungierte Tobin´s Q. In die Studie flossen Daten von insgesamt 127 Unternehmen aus den Bereichen Energie, Produktion, Industrie und

[29] Iwata & Okada, 2011, S. 1691
[30] Vgl. Iwata & Okada, 2011, S. 1691f.
[31] Vgl. Lee, Min, & Yook, 2015, S. 1f.
[32] Vgl. Wang, Li, & Gao, 2013, S. 505

Versorger ein. Als Ergebnis beschrieben die Autoren, keinen linearen Zusammenhang festgestellt zu haben. Vielmehr vertraten sie die Aussage, dass die besten finanziellen Leistungen von Unternehmen erzielt wurden, die weder besonders kleine noch besonders große THG-Emissionsmengen vorweisen konnten.[33]

Der Forschungsstand wirkt insgesamt, trotz der Aktualität des Themas, umfassend. Aus den vorherigen Studien sind allerdings verschiedene Aussagen zum Einfluss zunehmender Beachtung verschiedener Umweltbelange auf die Unternehmensrentabilität und -bewertung festzustellen. Dies könnte auf die Betrachtung unterschiedlicher Regionen, Branchen und Zeiträume zurückzuführen sein. Im Ausblick einiger Studien wurde bereits auf den zeitlichen Horizont reflektiert. Da besonders das Augenmerk der europäischen Bevölkerung auf nachhaltige Entwicklungen fokussiert zu sein scheint, lohnt sich ein aktueller Blick auf die Unternehmensentwicklung der DAX 40-Konzerne im Zeitraum von 2019 bis 2022.[34]

3.2. Hypothesen

Im Folgenden werden Hypothesen zum erwarteten Untersuchungsergebnis aufgestellt. Diese werden auf Grundlage der vorigen Kapitel einschließlich vorhergegangener Studien zur untersuchten Thematik formuliert. Für sämtliche folgenden Nullhypothesen gilt ein Konfidenzintervall α=10%.

Positiver linearer Zusammenhang von Umweltleistung und Marktwert

Aufgrund der zunehmenden Regulatorik und der dadurch verbesserten Transparenz beim Bericht von Umweltbelangen deutscher kapitalmarktorientierter Unternehmen sind Investoren am Markt in der Lage, sich bewusst für oder gegen eine Nachhaltigkeitseinstellung zu entscheiden. Durch die bewusste Entscheidung für einen nachhaltig agierenden Partner kann jeder Marktteilnehmer seinen eigenen Beitrag zur Erreichung der SDGs steigern. In dieselbe Richtung wirken die verabschiedeten Regularien in Bezug auf KVGen, welche sich aufgrund der Ihnen auferlegten Transparenzanforderungen um eine konsistente Nachhaltigkeitsstrategie bemühen werden.

[33] Vgl. Misani & Pogutz, 2015, S. 150
[34] Vgl. Columbia University; Yale University, 2022

Eine Gegenposition kann aufgrund der Bewertung von Klimarisiken eingenommen werden. Das Schlagendwerden besonders physischer, aber auch transitorischer Risiken wird teilweise weit in der Zukunft prognostiziert. Daher kann noch von keinen signifikanten Abschlägen bei der Marktpreisbewertung ausgegangen werden.

Dennoch wird bei verbesserter Umweltleistung eines Unternehmens von einer positiven Auswirkung auf den jeweiligen Marktwert ausgegangen.

Hieraus ergeben sich folgende Alternativ- und Nullhypothese:

- H_1: Es besteht ein positiver Zusammenhang bei DAX-Unternehmen zwischen THG- sowie Abfallemissionen und dem jeweiligen Kurs-Buchwertverhältnis (Tobin´s Q).
- H_0: Es besteht kein positiver Zusammenhang bei DAX-Unternehmen zwischen THG- sowie Abfallemissionen und dem jeweiligen Kurs-Buchwertverhältnis (Tobin´s Q).

Positiver linearer Zusammenhang von Umweltleistung und Rentabilität

Als Faktoren für einen positiven Zusammenhang von Umweltbemühungen der betrachteten Unternehmen und ihrer Rentabilität wirken unter anderem, dass sich nicht nur Investoren, sondern auch andere Marktteilnehmer auf das Thema der Nachhaltigkeit fokussieren und dies durch die erreichte Transparenz auch bewusst leiten können. Hierzu gehören insbesondere potenzielle Geschäftspartner und Kunden. Durch eine positiv bewertete Umweltstrategie werden Absatzzahlen gesteigert und Vernetzungen intensiviert. Außerdem positiv wirkt die Entwicklung des THG-Emissionspreises an der europäischen Börse EU-ETS. Seit den letzten Preisanstiegen seit 2018 dürfte sich eine erhöhte Emissionsmenge durchaus negativ auf die Gewinn- und Verlustrechnungen deutscher Konzerne auswirken. Dies dürfte seine Auswirkungen besonders bei Unternehmen der energieintensiven Industrien am Standort Deutschland hinterlassen, die aufgrund des derzeitigen Energiemix in der Bundesrepublik zu erhöhten Scope 2-Emissionen gezwungen werden.

Daher wird bei verbesserter Umweltleistung, insbesondere durch Reduktion der THG- sowie Abfall-Emissionen, von einer positiven Auswirkung auf die Unternehmensrentabilität ausgegangen. Dies gilt sowohl für die Gesamtkapital- als auch für die Eigenkapitalrendite der jeweiligen Unternehmen.

Hieraus ergeben sich folgende Alternativ- und Nullhypothesen:

- H_1: Es besteht ein positiver Zusammenhang bei DAX-Unternehmen zwischen THG- sowie Abfallemissionen und der Gesamtkapitalrentabilität.
- H_0: Es besteht kein positiver Zusammenhang bei DAX-Unternehmen zwischen THG- sowie Abfallemissionen und der Gesamtkapitalrentabilität.
- H_1: Es besteht ein positiver Zusammenhang bei DAX-Unternehmen zwischen THG- sowie Abfallemissionen und der Eigenkapitalrentabilität.
- H_0: Es besteht kein positiver Zusammenhang bei DAX-Unternehmen zwischen THG- sowie Abfallemissionen und der Eigenkapitalrentabilität.

3.3. Auswahl der Stichprobe

Die zugrundeliegende Grundgesamtheit umfasst die 40 Unternehmen, die zum Stichtag des 31.12.2022 im DAX 40 gelistet wurden. Der deutsche Leitindex bildet die Wertentwicklung der 40 nach Marktkapitalisierung größten und umsatzstärksten Aktienunternehmen ab, welche im regulierten Markt der Frankfurter Wertpapierbörse gelistet sind. Er wird als Indikator für die Beurteilung der deutschen Wirtschaft herangezogen, da die enthaltenen Unternehmen rund 80% der Marktkapitalisierung aller deutschen börsennotierten Aktiengesellschaften darstellen. Die mittelgroßen und kleineren deutschen Aktienunternehmen werden im MDAX und SDAX gelistet.[35]

Der zu untersuchende Datensatz beinhaltet Finanz- sowie Nachhaltigkeitsdaten auf Unternehmensebene für die Jahre 2019 bis 2022. Somit kann die Analyse nicht nur einen Unternehmensvergleich, sondern auch die Entwicklung über die Zeit in Betracht nehmen. Es handelt sich also sowohl um eine Quer- als auch eine Längsschnittanalyse. Die Datenbereitstellung erfolgte überwiegend durch Zugriff auf Finanz- sowie Nachhaltigkeitsdaten, die durch das Nachrichtenunternehmen Bloomberg zur Verfügung gestellt wurden. Die Daten stammen ursprünglich aus den Geschäftsberichten sowie Sustainability Reports der einzelnen DAX-Konzerne. Punktuell wurden fehlende Daten durch eigene Recherche in den jeweiligen Unternehmensberichten ergänzt.

[35] Vgl. Deutsche Börse Group, 2023

Der DAX wurde zwischen Dezember 2020 bis September 2021 umfassend reformiert, was unter anderem eine Erweiterung von 30 auf nun 40 Unternehmen zur Folge hatte.[36] Dementsprechend ist es selbstverständlich, dass die DAX-Unternehmen aus Dezember 2022 nicht dauerhaft seit 2019 im Leitindex vertreten waren. Da es das Ziel der Arbeit ist, eine Analyse zum Verhalten von deutschen Aktiengesellschaften anzustellen, schadet die Reform dem Analyseergebnis nicht.

Einige Unternehmen erhielten im Betrachtungszeitraum ihre erste Börsennotierung durch Initial Public Offering (IPO) oder durch Spin Off von ihren börsennotierten Muttergesellschaften. Bei regelmäßigen Indexanpassungen, welche seit der Reform von 2021 quartalsweise vorgenommen werden und zuvor halbjährlich erfolgten, kann es vorkommen, dass Unternehmen aufgrund ihrer Anteilswerte im Streubesitz sowie ihres Aktienumsatzes auf- oder absteigen. Alle Indexveränderungen im Betrachtungszeitraum von 2019 bis 2022 werden in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Jahr	Aufsteiger	Absteiger
2019	- MTU Aero Engines AG	- Thyssenkrupp AG
2020	- Deutsche Wohnen - Delivery Hero	- Lufthansa - Wirecard
2021	- Siemens Energy (Spin Off der Siemens AG 2020)[37] - Beiersdorf	- Beiersdorf - Deutsche Wohnen (Mangelnder Streubesitz durch Übernahme der Vonovia SE)[38]
2021 (DAX-Erweiterung)	- Airbus - Zalando - Siemens Healthineers - Symrise - HelloFresh - Sartorius - Porsche Holding - Brenntag - Puma - Qiagen	

[36] Vgl. Deutsche Börse Group, 2023
[37] Vgl. Thomson Reuters, 2020
[38] Vgl. Deutsche Wohnen SE, 2021

2022	- Daimler Truck (Spin Off der Daimler AG)[39] - Hannover Rück - Beiersdorf - Porsche AG (IPO als Tochter der Volkswagen AG)[40]	- Beiersdorf - Siemens Energy - Delivery Hero - HelloFresh - Puma

Tabelle 1: Auf- und Absteiger im deutschen Leitindex DAX (2019-2022)[41]

Um bei der nachfolgenden Regressionsanalyse aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, wird die Grundgesamtheit auf ihre Datenverfügbarkeit überprüft. Hierzu wird der Datensatz um solche Unternehmen bereinigt, bei denen besonders wenig Daten zu den zu untersuchten X- und Y-Variablen durch Bloomberg zur Verfügung gestellt wurden. Es wird in diesem Zuge festgelegt, dass jene Unternehmen aus der Betrachtung fallen, die zum Auswertungszeitpunkt im Juli 2023 weniger als 80% Datenverfügbarkeit im Bloomberg-Terminal aufweisen. Hieraus resultiert eine Verkürzung der Stichprobe auf 26 der 40 DAX-Unternehmen. Durch anschließende eigene Recherche konnte die Stichprobe in ihrer Datenverfügbarkeit weiter aufgewertet werden. Die finale Stichprobe besteht aus 26 meldenden Unternehmen, die über vier Jahre hinweg jeweils Nachhaltigkeits- und Finanzdaten zur Verwendung als vier X- und drei Y-Variablen zur Verfügung gestellt haben. So unterliegt der Analyse eine Stichprobe aus insgesamt 718 von 728 möglichen Datenpunkten.[42]

Da Datenpunkte einzelner Unternehmen auch nach eigener Recherchearbeit nicht vorliegen, handelt es sich um eine nicht-balancierte Stichprobe. Dennoch sollen alle verfügbaren Daten der Stichprobe in die Analyse einfließen. Die fehlenden Daten gehen auf folgende Umstände zurück:

Lfd. Nr.	Unternehmen	Fehlende Datenpunkte	Begründung
1	Covestro	Scope III Emissions (2019)	Scope III Emissions werden bei Covestro erst seit 2020 erhoben.[43]

[39] Vgl. Mercedes-Benz Group AG, 2023
[40] Vgl. Porsche AG, 2022
[41] Vgl. ARIVA.DE AG, 2023
[42] Vgl. Anhang, S. 2ff.
[43] Vgl. Covestro AG, 2020

2-5	MTU Aero Engines	Scope III Emissions (2019-2022)	Die durch MTU angegebenen Scope III Emissions beinhalten lediglich THG-Emissionen, die durch Dienstreisen verursacht wurden.[44]
6	Siemens Energy	Tobin´s Q (2019)	Da der IPO der Siemens Energy in den Betrachtungszeitraum (2020) fiel, konnte kein Marktwert des Eigenkapitals für 2019 bestimmt werden.[45]
7-10	Hannover Re	Scope I-III Emissions, Waste-Emissions (2022)	Zum Zeitpunkt der Datenerhebung (07/2023) wurde kein Sustainability Report für das Jahr 2022 durch die Hannover Re veröffentlicht.

Tabelle 2: Fehlende Datenpunkte in der Stichprobe

3.4. Festlegung der Variablen

3.4.1. Abhängige Variablen

Return on Assets

Um die Regression zwischen quantitativ erkennbaren Bemühungen um Umweltbelange eines Unternehmens auf seine Rentabilität hin zu prüfen, bedarf es einer Rentabilitätskennziffer. Zu den gängigsten gehören der Return on Equity (ROE), der Return on Assets (ROA) und der Return on Capital Employed (ROCE). Da sich die Analyse zunächst ausschließlich um den Einfluss der ökologischen Nachhaltigkeitsbeachtung von Unternehmen bemüht, wird auf den ROA Bezug genommen. Dieser stellt das Verhältnis von Unternehmensergebnis vor Zinsaufwand und Steuern (EBIT – Earnings before Interests and Taxes) und dem Gesamtkapital eines Unternehmens dar.[46] Die konkrete Finanzierungsstruktur, also das Verhältnis von Eigen- und Fremdkapital zum Gesamtkapital, wird bei dieser Berechnung vernachlässigt.[47]

$$ROA = \frac{EBIT}{\emptyset\ Gesamtkapital} * 100 \qquad (1)$$

Der ROA trifft eine Aussage zum rentablen Einsatz des zur Verfügung stehenden Gesamtkapitals eines Unternehmens ohne zu viele Details wie Unternehmenssteuern oder

[44] Vgl. MTU Aero Engines AG, 2023
[45] Vgl. Siemens Energy AG, 2020
[46] Vgl. Perridon, Steiner, & Rathgeber, 2017, S. 672
[47] Vgl. Brühl, 2012, S. 420

Finanzierungsstrukturen mit in die Berechnung einfließen zu lassen.[48] Das angestrebte Analyseergebnis soll im Stande sein, eine Empfehlung an das Top-Management eines DAX-Konzerns bezüglich seiner Nachhaltigkeitsstrategie aus finanzieller Sicht vorzubereiten.

Return on Equity

Als weitere Rentabilitätskennziffer soll der ROE herangezogen werden. Somit ändert sich die Perspektive der Analyse. Während der ROA eine entscheidende Kennzahl für Stakeholder darstellt, gibt der ROE den Shareholder Value an, also den erwartbaren Ertrag eines Aktionärs aus seiner Investition. Grundsätzlich lässt sich die Eigenkapitalrendite sowohl vor als auch nach Steuern berechnen. Da der Fokus der Untersuchung weiterhin auf die Auswirkungen von Nachhaltigkeitsbemühungen gelegt werden soll, empfiehlt sich ein Nichtbeachten steuerlicher Abzüge, also die Verwendung von Bruttorenditen. Der ROE wird wie folgt berechnet:

$$ROE = \frac{EBIT}{\emptyset\ Eigenkapital} * 100 \qquad (2)$$

Bei der anschließenden Bewertung der Analyseergebnisse zu Auswirkungen unabhängiger Variablen auf diese Kennzahl sollte beachtet werden, dass die Kapitalstruktur mit etwaigen Leverage-Effekten Einfluss auf das Ergebnis nehmen wird. Daher wird der Fokus zuerst auf die Analyse des ROA gelegt und der ROE als Ergänzung angesehen.[49] Das Analyseergebnis soll eine Entscheidungsgrundlage für einen Investor bezüglich der Nachhaltigkeitsbemühungen eines potenziellen Zielunternehmens liefern.

Tobin´s Q

Als zusätzliche abhängige Variable soll Tobin´s Q verwendet werden. Diese Kennzahl berechnet sich durch Division der Reproduktionskosten eines Unternehmens durch seinen Marktwert. Da die Berechnung von Reproduktionskosten in der Praxis sehr aufwändig und somit unwirtschaftlich ist, wird regelmäßig auf den bilanziell ausgewiesenen Buchwert zurückgegriffen.[50] Hieraus ergibt sich die folgende Formel:

$$q = \frac{MW}{BW} \qquad (3)$$

[48] Vgl. Schedler, 2005, S. 88
[49] Vgl. Gladen, 2011, S. 73
[50] Vgl. Brealey, R & Myers, 1998, S. 660f.

Ein Tobin´s Q-Wert >1 zeigt, dass der Marktwert eines Unternehmens höher ist als sein Buchwert. Dies kann so interpretiert werden, dass Anleger augenscheinlich ein hohes Potenzial für zukünftiges Wachstum oder positive Aussichten für das Unternehmen haben. Ein Wert <1 offenbart einen Marktwert, der niedriger als der Buchwert ist und kann auf ein unterbewertetes oder risikoreicheres Unternehmen hindeuten. Eine solche Risikoeinschätzung des Marktes könnte zum Beispiel auf Umweltrisiken transitorischer oder physischer Art zurückzuführen sein.

3.4.2. Unabhängige Variablen

Die unabhängigen Variablen sollen die Umweltbemühungen der betrachteten DAX-Unternehmen quantifizieren. Um ein möglichst einheitliches Bild von den jeweiligen Umweltleistungen im Zeitverlauf zu gewinnen, werden solche Variablen herangezogen, deren Veröffentlichung im § 289b HGB für kapitalmarktorientierte Unternehmen vorgeschrieben wird.

THG-Emissionen

Um dem Ziel der Arbeit zu entsprechen und den Einfluss von Umweltbemühungen – insbesondere der Reduktion von THG-Emissionen – auf die Finanzleistung eines Unternehmens zu untersuchen, benötigt es unabhängige Variablen, die den Ausstoß von THG quantifizieren.
Weltweit werden die Accounting Standards des Greenhouse Gas Protocol (GHG-Protocol) angewandt. Dieses berät bereits seit 2001 Unternehmen, Staaten sowie Non-Governmental-Organisations (NGOs) bei der Berechnung und Schätzung von THG-Emissionen.[51] Auf diese Standards nehmen die GRI Bezug. Sie beschreiben in der Richtlinie 305 Offenlegungsstandards für THG-Emissionen für Unternehmen. Als THG werden im Sinne dieser Richtline Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4), Stickoxid (N_2O), Fluorkohlenwasserstoffe (FKW), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFKW), Schwefelhexafluorid (SF_6) sowie Stickstofftrifluorid (NF_3) definiert. Die Emission der genannten THG hat negative Auswirkungen auf Ökosysteme, Luftqualität, Klima sowie auf die Gesundheit von Menschen und Tieren. THG-Emissionsmengen werden nach den genannten Standards sowie der Norm 14064 der International Organization of Standardization (ISO) nach dem jeweiligen Entstehungsort in sogenannte Scopes kategorisiert.[52] Die drei

[51] Vgl. Greenhouse Gas Protocol, 2023a
[52] Vgl. Global Reporting Initiative, 2016, GRI 305, S. 4f.

verschiedenen Scope-Emissionsmengen sollen einzeln als Prädiktoren für die durchzuführende Analyse dienen und werden in Tonnen CO_2-Äquivalent angegeben.[53]

Direkte THG-Emissionen (Scope 1)

Scope 1-Emissionen sind direkte Emissionen aus eigenen oder selbstkontrollierten Quellen. Zu den entscheidenden Faktoren gehören hierbei eigene Firmeneinrichtungen wie Produktionsstätten oder Bürogebäude sowie der eigene Fuhrpark.[54] Biogene Emissionen müssen getrennt von den direkten THG-Emissionen angegeben werden oder werden generell nicht einbezogen. Bei der Erfassung und Berechnung der THG-Emissionsmenge sind nach GRI 305-1 mehrere Verfahren erlaubt. Hierzu gehören u.a. die direkte Messung des Verbrauchs von Energieträgern, Massenbilanzrechnungen bis hin zu fundierten Schätzverfahren. [55]

Indirekte energiebedingte THG-Emissionen (Scope 2)

Scope 2-Emissionen sind hingegen indirekte energiebedingte Emissionen, die durch die Erzeugung extern eingekaufter Energie verursacht werden.[56] Zu diesen Energien gehören neben Strom und Dampf auch Wärme- sowie Kühlenergie.[57] Alle weiteren indirekten THG-Emissionen werden abgegrenzt als Scope 3 Emissionen ausgewiesen. Bei der Ausweisung der Scope 2-Emissionen erfolgt eine Unterscheidung zwischen standortbasierter und marktbasierter Methode. Die standortbasierte Methode gibt eine durchschnittliche THG-Intensität in den Netzen an, in welchen Energie verbraucht wird. Die marktbasierte Methode benötigt die angegebene Emissionsintensität des Energielieferanten, um die THG-Emissionen, die durch die Erzeugung von verbrauchtem Strom angefallen sind, zu quantifizieren. Hierbei ändert sich der Wert, je nachdem welcher Stromanbieter als Energielieferant ausgewählt wurde. Wird keine Emissionsintensität angegeben, wird ein sogenannter Restmix verwendet. Liegt kein Restmix als Grundlage zur Berechnung vor, wird wie bei der standortbasierten Methode auf einen Durchschnittswert des Netzes zurückgegriffen, wodurch die standortbasierte und die

[53] Vgl. Global Reporting Initiative, 2016, GRI 305-2, S. 12
[54] Vgl. Greenhouse Gas Protocol, 2023b, S. 1
[55] Vgl. Global Reporting Initiative, 2016, GRI 305-1, S. 9f.
[56] Vgl. Greenhouse Gas Protocol, 2023b, S. 1
[57] Vgl. Global Reporting Initiative, 2016, GRI 305, S. 25

marktbasierte Methode zu einem identischen Ergebnis führen können.[58] In die spätere Regressionsanalyse fließt aufgrund besserer Verfügbarkeit ausschließlich die marktbasierte Methode ein.

Sonstige indirekte THG-Emissionen (Scope 3)

Scope 3-Emissionen umfassen alle Emissionen, die aus der Wertschöpfungskette des betrachteten Unternehmens stammen, abzüglich der Scope 2-Emissionen.[59] Zu ihnen gehören sowohl Up- als auch Downstream-Emissionen. Als Upstream-Emissionen werden alle THG-Ausstöße in der Wertschöpfungskette bezeichnet, die entstehen, bevor das Produkt in das betrachtete Unternehmen gelangt. Downstream-Emissionen hingegen fallen nach Verlassen des Produktes aus dem betrachteten Unternehmen an. Hierzu gehören beispielsweise THG-Ausstöße bei Gebrauch, Verbrauch und Entsorgung des Gutes.[60] Ein weiterer wesentlicher Faktor kann der Transport von Gütern sein, sofern dieser nicht durch die betrachtete Organisation selbst übernommen wird. Diese Kategorie tritt sowohl als Up- als auch als Downstream auf.[61]

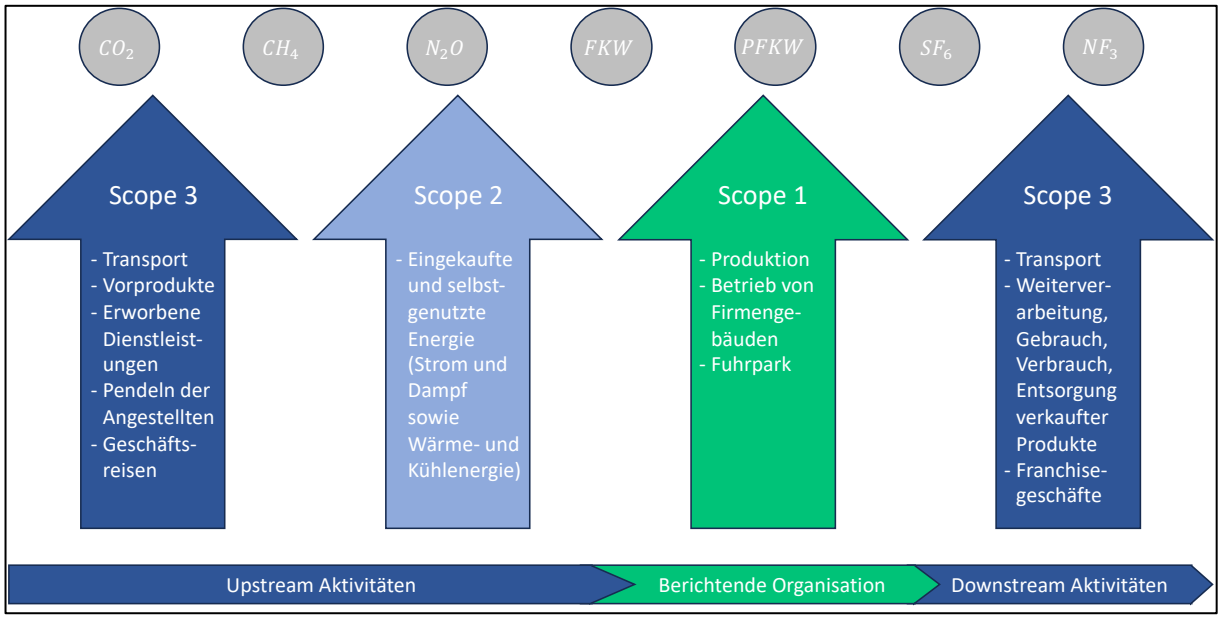

Abbildung 3: Übersicht THG-Emissionen (Scope 1-3)[62]

[58] Vgl. Global Reporting Initiative, 2016, GRI 305-2, S. 12f.
[59] Vgl. Greenhouse Gas Protocol, 2023b, S. 1
[60] Vgl. carbon-connect AG, 2023
[61] Vgl. Global Reporting Initiative, 2016, GRI 305-3, S. 15f.
[62] Eigene Darstellung. Angelehnt an: carbon-connect AG, 2023

Die zugrundeliegende Stichprobe verfügt über eine gute Datendichte. So liegt die Datenverfügbarkeit bei Scope 1-Emissionen in den Jahren 2019 bis 2022 bei 99%. Scope 2-Emissionen (market-based) liegen ebenfalls in 99% der Fälle vor, während die Datenverfügbarkeit der Scope 3-Emissionen bei rd. 94% im Betrachtungszeitraum liegt.

Abfallemissionen (Waste Emissions)

Abfallemissionen dienen in der Analyse als weiterer Prädiktor, um die Umweltleistung der betrachteten Unternehmen zu quantifizieren.

Erhöhte Abfallemissionen können zu erheblichen Umweltschäden führen, die insbesondere an Stellen auftreten, an denen der Abfall deponiert wird.[63] Die Angabe der jährlichen Abfallemissionsmenge ist ebenfalls nach § 289b HGB für kapitalmarktorientierte Unternehmen in Deutschland verpflichtend. Einen Standard zur Berechnung der emittierten Menge sowie Verpflichtungen zur Bereitstellung tiefergehender Informationen zur Thematik liefern die GRI 306. Die Berücksichtigung des Standards ist für Unternehmen grundsätzlich freiwillig. Sollte sich ein Unternehmen aber zur Anwendung entscheiden, ist es verpflichtet, alle Standards der entsprechenden Richtlinie anzuwenden. Eine Befreiung von dieser Pflicht wird dann erteilt, wenn benötigte Informationen als vertraulich eingestuft werden, ein Prozess zur Erhebung der Daten nicht zur Verfügung steht oder die Veröffentlichung gesetzlich verboten ist. Die GRI folgt somit den UN Social Development Goals (SDGs), welche als zwölftes Ziel, die zunehmende Vermeidung von Abfallemissionen sowie Wiederverwendung und Recycling von Gütern verfolgt.[64]

Zu diesen Standards gehört die Angabe des Gesamtgewichtes aller Abfallemissionen, die entlang der Wertschöpfungskette verursacht wurden. Hierzu gehören Tätigkeiten innerhalb der betrachteten Organisation, wie z.B. die Produktion eines Gutes oder die Bereitstellung einer Dienstleistung. Gemeldet werden aber auch Upstream-Emissionen, also solche, die in der Wertschöpfungskette vor der eigenen Organisation lokalisiert sind, und Downstream-Emissionen, also solche, die in der Wertschöpfungskette nach der eigenen Organisation verursacht werden. Hierzu gehören insbesondere anfallende Abfallmengen bei der Nutzung und späteren Entsorgung des produzierten Gutes. Das Gewicht der Summe aller Emissionen wird in

[63] Vgl. Global Reporting Initiative, 2020, GRI 306, S. 4
[64] Vgl. Global Reporting Initiative, 2020, GRI 306, S. 4ff.

metrischen Tonnen angegeben.[65] Die Stichprobe aus 26 DAX-Konzernen liefert dabei eine Datenverfügbarkeit von rd. 99% im Betrachtungszeitraum.

3.4.3. Kontrollvariablen

Die nichtfinanzielle Berichterstattung, insbesondere die Stellungnahme zu THG- sowie Abfallemissionsmengen ist erst seit 2019 in Deutschland verpflichtend. Da der Analysezeitraum über vier Jahre hinweg besonders kurz erscheint, wird zur Validierung der Einsatz von Kontrollvariablen notwendig. Aufgrund der besonderen Krisen in den Jahren 2019 bis 2022 werden hierzu die jährliche Inflationsrate und die Höhe der Umlaufrendite in Deutschland verwendet.

Inflationsrate in Deutschland

Im Betrachtungszeitraum von 2019 bis 2022 kam es zu signifikanten Veränderungen der Inflationsentwicklung in Deutschland (siehe Abbildung 4). So lag die jährliche Teuerungsrate zu Beginn des Untersuchungszeitraums noch bei moderaten 1,30% und stieg im selben Jahr bis auf 1,90% aufgrund höherer Energie- und Lebensmittelpreise an.[66] Im Verlauf des Jahres 2020 sank sie im Zuge der COVID-19-Pandemie auf 1,00%, bedingt durch geringere Nachfrage und Investitionsmotivation während anhaltender Lockdownmaßnahmen.[67] Im darauffolgenden Jahr 2021 beschleunigte sich die Inflation aufgrund eines Zusammenspiels aus steigender Nachfrage, die aus den vorherigen Sparmaßnahmen der Haushalte und Unternehmen während der Pandemie angefeuert wurde, sowie schwierigen Angebotsbedingungen durch anhaltende Lieferkettenstörungen. So stieg die Teuerungsrate zum Jahresende bis auf 4,90% an.[68] Im Jahresverlauf 2022 setzte sich der Aufwärtstrend fort, erreichte einen Höchststand von 8,60% aufgrund von Angebotsengpässen, steigenden Energiekosten im Zuge des Russland-Ukraine-Kriegs und hochtrabenden Lohnforderungen der Arbeitnehmerverbände.[69]

[65] Vgl. Global Reporting Initiative, 2020, GRI 306, S. 12f.
[66] Vgl. Statistisches Bundesamt, 2019
[67] Vgl. Statistisches Bundesamt, 2020
[68] Vgl. Statistisches Bundesamt, 2021
[69] Vgl. Statistisches Bundesamt, 2022

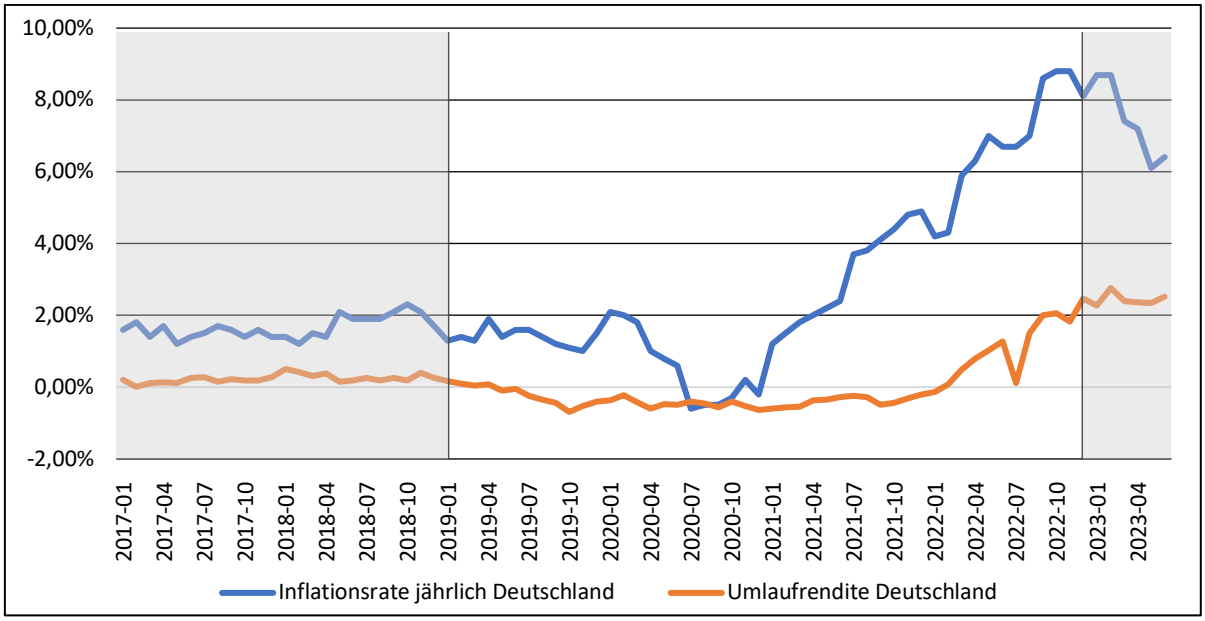

Abbildung 4: Entwicklung Inflationsrate und Umlaufrendite Deutschland (2017-2023)[70]

Umlaufrendite in Deutschland

Die Umlaufrendite in Deutschland beschreibt als Kennzahl die durchschnittliche Rendite inländischer Anleihen mit einer Laufzeit von mindestens 10 Jahren auf dem Markt. Betrachtet man den Zeitraum von 2019 bis 2022, zeigt sich eine interessante Entwicklung. Im Jahr 2019 begann die Umlaufrendite bei 0,17% im Januar, sank kontinuierlich und erreichte im Oktober ihren Tiefpunkt bei -0,69%. Diese Entwicklung war u.a. auf unsichere wirtschaftliche Aussichten und die lockere Geldpolitik der Europäischen Zentralbank zurückzuführen.

Im Jahr 2020 stagnierte die Umlaufrendite und blieb mit -0,64% zum Jahresende auf nahezu identischem Niveau, was auf die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie und die damit verbundene Unsicherheit in den Finanzmärkten zurückzuführen war. Die geldpolitischen Maßnahmen zur Unterstützung der Wirtschaft, einschließlich niedriger Zinssätze, beeinflussten ebenfalls die Renditen.

In den Jahren 2021 und 2022 war eine allmähliche Erholung der Umlaufrendite zu sehen. Im Dezember 2022 erreichte die Umlaufrendite ihren Hochpunkt im Betrachtungszeitraum bei 2,46%, was auf den anfangenden Zinserhöhungszyklus der EZB als Reaktion auf die erhöhten Inflationsraten zurückzuführen war.[71]

[70] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2023a und Deutsche Bundesbank, 2023b
[71] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2023b

Da die Inflationsentwicklung der wichtigste Entscheidungstreiber der EZB für geldpolitische Maßnahmen ist, kann davon ausgegangen werden, dass sich diese beiden Kontrollvariablen tendenziell in dieselbe Richtung bewegen. Die grafische Darstellung in Abbildung 4 unterstreicht diese Annahme. Aufgrund der Tatsache, dass die beschriebenen Reaktionen mit zeitlichem Versatz auftreten, werden beide Kennzahlen in die Analyse eingebracht.

3.5. Lineare Panel-Regression

Die nachfolgende Analyse zum Zusammenhang von Umweltleistung und Finanzleistung eines DAX 40-Unternehmens basiert auf einem Längs- und einem Querschnittsvergleich. Um diesen Zusammenhang zu messen und in einem Ergebnis zu quantifizieren, benötigt es eine sogenannte Panel-Methode. Durch Untersuchung von Variablen einer festgelegten Stichprobe über einen Zeitraum hinweg lässt sich eine deutlich größere Zahl an Datenpunkten in die Analyse einbringen als bei einer einfachen Regression. Besonders vor dem Hintergrund, dass die Leistungen von lediglich 26 Unternehmen untersucht werden, wird die Vergrößerung der Datengrundlage durch den Zeithorizont entscheidend.[72]

Im Verlauf dieses Abschnittes werden zunächst die mathematischen Grundlagen einer Panel-Regression erläutert und der tabellarische Datenaufbau der untersuchten Stichprobe dargestellt. Anschließend wird auf verschiedene Tests zur Validierung der Ergebnisse eingegangen. Konkret werden Signifikanztests, das Bestimmtheitsmaß R^2, sowie Tests zur Multikollinearität und Heteroskedastizität erläutert.

Die Regression hat zum Ziel, die Auswirkung auf eine endogene Variable (Regressand) bei Veränderung einer oder mehrerer exogener Variablen (Regressoren) zu modellieren. Hierzu wird für jede Variable ein Koeffizient bestimmt. Anschließend wird der Erklärwert der endogenen Variable auf seine statistische Signifikanz untersucht. Eine lineare Regression versucht speziell eine lineare Auswirkung vorherzusagen. Die einfache lineare Regression untersucht hierbei nur eine Jahresscheibe ihrer Stichprobe und wird wie folgt mathematisch aufgestellt:[73]

$$y_i = \alpha + \sum_{k=1}^{K} \beta_k x_{k\,i} + \varepsilon_i \qquad (4)$$

In der klassischen Regressionsgleichung beschreibt y_i die abhängige Variable für den i-ten Beobachtungspunkt. α ist der Y-Achsenabschnitt, der sogenannte Intercept. Er repräsentiert

[72] Vgl. Greene, 2008, S. 182
[73] Vgl. Backhaus u.a., 2023, S. 91

den Erwartungswert von y_i, wenn alle unabhängigen Variablen $x_{k\,i}$ gleich null sind. K ist die Gesamtzahl der unabhängigen Variablen oder Prädiktoren im untersuchten Panel-Datensatz. $x_{k\,i}$ ist der Wert der k-ten unabhängigen Variable für den i-ten Beobachtungspunkt. β_k sind die Regressionskoeffizienten, die die Veränderungsraten der abhängigen Variable durch die Regressoren beziffern. Jede unabhängige Variable hat ihren eigenen Koeffizienten. ε_i ist die Störgröße oder der Fehlerterm der i-ten Beobachtung. Er repräsentiert die Abweichung zwischen dem tatsächlichen Wert der Regressanden und dem vorhergesagten Wert basierend auf den unabhängigen Variablen und den geschätzten Koeffizienten.

Zur Berechnung einer linearen Panel-Regression bedarf es einer Anpassung der klassischen Regressionsgleichung; diese ist nachfolgend aufgeführt:

$$y_{i,t} = \alpha + \sum_{k=1}^{K} \beta_k x_{k\,i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{5}$$

Die Anpassung der Gleichung resultiert aus der Erweiterung der Stichprobe eines Querschnitts um einen Längsschnitt. Um diesen in die Formel einzubringen, werden endogene und exogene Variablen sowie die Störgröße mit t für das jeweilige Betrachtungsjahr indexiert.[74]

OLS-Statistik / Methode der kleinsten Quadrate

Die Methode der kleinsten Quadrate (engl.: Ordinary Least Squares) geht auf Carl Friedrich Gauß zurück und gilt als die am weitesten verbreitete statistische Methode zur Schätzung von Parametern. Die nachstehende Formel wird verwendet, um die besten Schätzungen für die Regressionsparametern a und b zu finden, die den beobachteten Datenpunkten y_i am nächsten kommen.

$$SSR = \sum_{i=1}^{N} (y_i - a - bx_i)^2 \rightarrow min!_{a,b} \tag{6}$$

Die sum of squared residuals (SSR) stellen die Summe der quadrierten Residuen dar. Die Variable y_i repräsentiert die endogene Variable für den i-ten Beobachtungspunkt. Die Parameter a und b sind unbekannte Regressionsparameter, die es durch die OLS-Methode zu minimieren gilt. Die Variable x_i steht für die unabhängige Variable des i-ten Datenpunkts. Schließlich repräsentiert N die Grundgesamtheit.

Das Ziel der Methode ist es, die Summe der quadrierten Abweichungen zwischen den beobachteten Werten y_i und den geschätzten Werten $y_i - a - bx_i$ zu minimieren. Indem SSR

[74] Vgl. Schröder, 2007, S. 263

minimiert wird, wird die Regressionsgerade gefunden, die am besten die Variation in den beobachteten Datenpunkten erklärt.[75]

Fixed-Effects-Model

Zur Analyse wird das Fixed-Effects-Model der Panel-Regression gewählt. Dieses ist in der Lage, eine Untersuchung der Stichprobe unter der Annahme der Heterogenität von Firmenspezifika durchzuführen. Es wird hierbei davon ausgegangen, dass firmenspezifische Variablen mit den jeweiligen Regressoren des Modells korrelieren. Die Tatsache, dass das Fixed-Effects-Model dahingegen nicht in der Lage ist, zeitinvariate Entwicklungen zu erfassen, ist bei der Analyse der vorliegenden Stichprobe zu vernachlässigen.[76] Es kann davon ausgegangen werden, dass keines der betrachteten Unternehmen in zwei aufeinanderfolgenden Berichtsjahren dieselben Kennzahlenwerte veröffentlicht hat. Dies gilt sowohl für die exogenen Nachhaltigkeitsvariablen als auch für die endogen Finanzkennzahlen der DAX-Konzerne. Negativ ist bei Fixed-Effects-Models zu sehen, dass die Interpretation der Ergebnisse keine Generalisierung zulässt. Das Analyseergebnis trifft lediglich eine Aussage zum Zusammenhang von den untersuchten exogenen auf die endogene Variable der Stichprobe.[77] Da die vorliegende Arbeit das Ziel verfolgt, einen linearen Zusammenhang zwischen Umwelt- und Finanzleistung in Deutschland in den Jahren nach der Verabschiedung der Pariser Konventionen zu untersuchen, ist auch dieser Punkt kein Ausschlusskriterium für das vorgestellte Modell. Viel mehr wird in der aufgestellten Hypothese davon ausgegangen, dass sich ein gegebenenfalls erkennbarer Trend im Betrachtungszeitraum nicht linear in die Zukunft fortschreiben lässt, da ein potenzielles Schlagendwerden vieler Klimarisiken erst für die Zukunft angenommen wird.

Signifikanztests

Nach der Berechnung der Koeffizienten zu den untersuchten Variablen werden diese einem Signifikanztest unterzogen. Konkret wird eine Nullhypothese so formuliert, dass der Koeffizient gleich null ist ($H_0: \beta = 0$). Dieser gibt den Zusammenhang zwischen einer exogenen und der endogenen Variable an, wenn alle anderen Faktoren als konstant angenommen werden.[78]

[75] Vgl. Backhaus u.a., 2023, S. 79ff.
[76] Vgl. Greene, 2008, S. 193f.
[77] Vgl. Greene, 2008, S. 200
[78] Vgl. Backhaus u.a., 2023, S. 35ff.

Bei einer ausreichend großen Stichprobe kann von einer Normalverteilung ausgegangen werden.[79] Innerhalb dieser Normalverteilung soll ein Signifikanzniveau mit einem Konfidenzniveau von α=10% untersucht werden. Sofern das Ergebnis der Hypothesentests innerhalb dieser Niveaus verbleibt (p-Wert < α), wird die Nullhypothese verworfen und die entsprechende Alternativhypothese bestätigt.[80] Um die Signifikanz der Nullhypothese bei einer linearen Regression zu untersuchen, wird anschließend die Teststatistik t verwendet. Sie berechnet sich durch Division des Schätzers mit seiner Standardabweichung. Beim sogenannten T-Test wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit α angenommen. Je nach Kontext der Untersuchung kann diese ein- oder zweiseitig ausgestaltet sein, sodass es sowohl einen positiven als auch einen negativen Ablehnungsbereich geben kann ($-t_{\alpha/2}$ und $t_{\alpha/2}$). Die kritischen Werte, die nach der jeweiligen Irrtumswahrscheinlichkeit sowie der Anzahl der Freiheitsgrade des Modells variieren, können der t-Tabelle entnommen werden. Liegt der t-Wert außerhalb des α-Niveaus, wird die Nullhypothese abgelehnt. Es kann von signifikanten Ergebnissen ausgegangen werden.[81]

Gütemaß

Das Bestimmtheitsmaß R^2 zeigt den Anteil der Gesamtstreuung der Regressanden an, den das Regressionsmodell erklären kann. Dieses Maß lässt sich durch Division von erklärter Streuung und der beobachteten Gesamtstreuung berechnen.

$$R^2 = \frac{\sum_{k=1}^{K}(\hat{y}_k - \bar{y})^2}{\sum_{k=1}^{K}(y_k - \bar{y})^2} \tag{7}$$

y_k stellt in der Formel für das Bestimmtheitsmaß den tatsächlichen Wert der abhängigen Variable für den k-ten Beobachtungspunkt dar. $\hat{y}_k$ ist der vorhergesagte Wert des Regressanden für die entsprechende Beobachtung, basierend auf dem statistischen Modell. Der Durchschnitt der tatsächlichen Werte der abhängigen Variable über alle Datenpunkte wird als $\bar{y}$ dargestellt.

Der Zähler misst die Abweichung der vorhergesagten Werte vom Durchschnitt der tatsächlichen Werte. Dies ist die Variation, die durch das Modell erklärt wird. Der Nenner zeigt hingegen die Gesamtvariation der tatsächlichen Werte im Vergleich zum Durchschnitt. Dies repräsentiert die Gesamtabweichung, die auch als Grundlage für die Berechnung des Durchschnitts

[79] Vgl. Hackl, 2005, S. 78f.
[80] Vgl. Bortz, 2005, S. 109
[81] Vgl. Backhaus u.a., 2023, S. 34

verwendet wird. Ein R^2-Wert = 0 würde darauf hindeuten, dass das Modell keine der festgestellten Variationen erklären kann, während ein R^2-Wert = 1 eine perfekte Erklärungsgüte für die gesamte Variation beschreiben würde.[82]

Das adjustierte R^2 hingegen stellt eine erweiterte Version des Bestimmtheitsmaßes R^2 dar. Dieses berücksichtigt in seiner Analyse zusätzlich die Anzahl der unabhängigen Variablen im Modell und hilft dabei, mögliche Über- oder Unteranpassungen zu erkennen. Das Ergebnis kann also darauf hindeuten, dass zu viele oder zu wenige erklärende Variablen im Modell enthalten sind. Dabei steigt der adjustierte R^2-Wert nur an, wenn die zusätzliche Aufnahme oder Wegnahme von Prädiktoren tatsächlich zu einer verbesserten Erklärungsgüte des Modells beiträgt.

Die Formel für das R^2_{adj} bezieht sich auf die Anzahl der unabhängigen Variablen K und die Anzahl der Beobachtungen J im Modell. Sie lautet:

$$R^2_{adj} = R^2 - \frac{J(1-R^2)}{K-J-1} \tag{8}$$

In dieser Formel korrigiert der Term $\frac{J(1-R^2)}{K-J-1}$ den vorher isoliert berechneten R^2-Wert, indem er die Anzahl der Prädiktoren K und Beobachtungen J einbezieht. Wenn die Anzahl der Prädiktoren zunimmt, erhöht sich auch der Nenner des Korrekturterms, was dazu führt, dass das R^2_{adj} nur dann steigt, wenn die zusätzlichen Variablen tatsächlich eine signifikante Verbesserung der Modellanpassung bieten. Im Regelfall liegt ein R^2_{adj}-Wert zwischen 0 und 1. Theoretisch ist auch ein negativer Ergebniswert möglich. Dieser würde darauf hindeuten, dass das Modell unter Berücksichtigung der Anzahl der exogenen Variablen noch weniger Erklärungsgüte hat als eine einfache Durchschnittsprognose.[83]

Multikollinearität

Eine weitere Prüfung, der sich das Ergebnis der Regressionsanalyse unterzieht, zielt auf die Untersuchung der exogenen Variablen ab. Hier besteht das Risiko, dass einzelne Regressoren miteinander korrelieren könnten, wodurch das Modell an Erklärungsgüte verlöre. Diese sogenannte Multikollinearität erschwert die spätere Interpretation der Ergebnisse, da sich der

[82] Vgl. Hackl, 2005, S. 73f.
[83] Vgl. Backhaus u.a., 2023, S. 93ff.

Einfluss der Exogenen auf die Endogene nicht auf jeweils einzelne Regressoren zurückführen lässt. [84]

Um das Bestehen von Multikollinearität festzustellen bzw. auszuschließen, sind je nach ausgewähltem Regressionsmodell unterschiedliche Tests durchzuführen. Bei Fixed-Effects-Models bietet sich beispielsweise die Berechnung der Varianzinflationsfaktoren (VIF) als relevantes Testverfahren an. Die VIFs lassen sich durch die Bildung des Kehrwertes des Toleranzwertes TOL_i einer Hilfsregression bestimmen, in der ein Regressor durch andere Regressoren dargestellt wird. Die Formel zur Berechnung des VIF für den i-ten Regressor lautet:

$$VIF_i = \frac{1}{TOL_i} = \frac{1}{1-R^2{}_i} \tag{9}$$

Der VIF-Wert für einen bestimmten Regressor gibt an, um wieviel der Varianzanteil des Regressors aufgrund der Korrelation mit anderen Regressoren erhöht wird. Ein hoher VIF-Wert, typischerweise größer als 10 oder 5, deutet auf eine hohe Multikollinearität hin. In solchen Fällen kann es notwendig sein, eine der korrelierenden Variablen zu entfernen, um die Multikollinearität zu reduzieren und die Interpretation der Ergebnisse zu verbessern. [85]

Hetero- und Homoskedastizität

Vor Interpretation der Ergebnisse der Regressionsanalyse sollte noch die Hetero- bzw. Homoskedastizität geprüft werden. Heteroskedastizität beschreibt die Variation der Residuen entlang der Regressionsgeraden, während eine vorliegende Homoskedastizität die Konstanz der vorliegenden Varianzen bezeichnet.[86] Um die Analyseergebnisse entsprechend zu überprüfen, wird regelmäßig der sogenannte Goldfeld-Quandt-Test durchgeführt. Bei dieser Methode wird die Stichprobe in zwei Abschnitte unterteilt. Geprüft wird hierbei, ob die Varianzen des ersten Abschnittes den Varianzen des zweiten Abschnittes entsprechen. Sind die Varianzen identisch, spricht man von perfekter Homoskedastizität. Je weiter sich die jeweiligen Varianzen voneinander unterscheiden, desto gravierender fällt die Heteroskedastizität aus. Die Nullhypothese des Tests besagt, dass beide Abschnitte dieselben Varianzen aufweisen:

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \tag{10}$$

[84] Vgl. Hackl, 2005, S. 162
[85] Vgl. Schneider, 2007, S. 183ff.
[86] Vgl. Hackl, 2005, S. 174

Liegt der p-Wert des geprüften Modells im Test also oberhalb des vorgegebenen Konfidenzniveaus, kann die Nullhypothese nicht abgelehnt werden, sodass Heteroskedastizität vorliegt.[87] Um einen ggf. vorliegenden nicht linearen Zusammenhang genauer zu betrachten, bietet sich die Untersuchung innerhalb einer logarithmischen Regressionsanalyse an.[88]

3.6. Durchführung und Interpretation

Im nachfolgenden Kapitel wird die zuvor skizzierte Regressionsanalyse vorbereitet und durchgeführt. Zuletzt werden die Ergebnisse interpretiert und beurteilt.

3.6.1. Deskriptive Statistik der Exogenen

Zunächst soll ein Überblick über die untersuchten Daten gegeben werden. Die nachfolgenden Boxplots in Abbildung 5 zeigen die Verteilung der gemeldeten Scope 1- und Scope 2-Emissionsmengen der untersuchten Stichprobe von 2019 bis 2022 an.

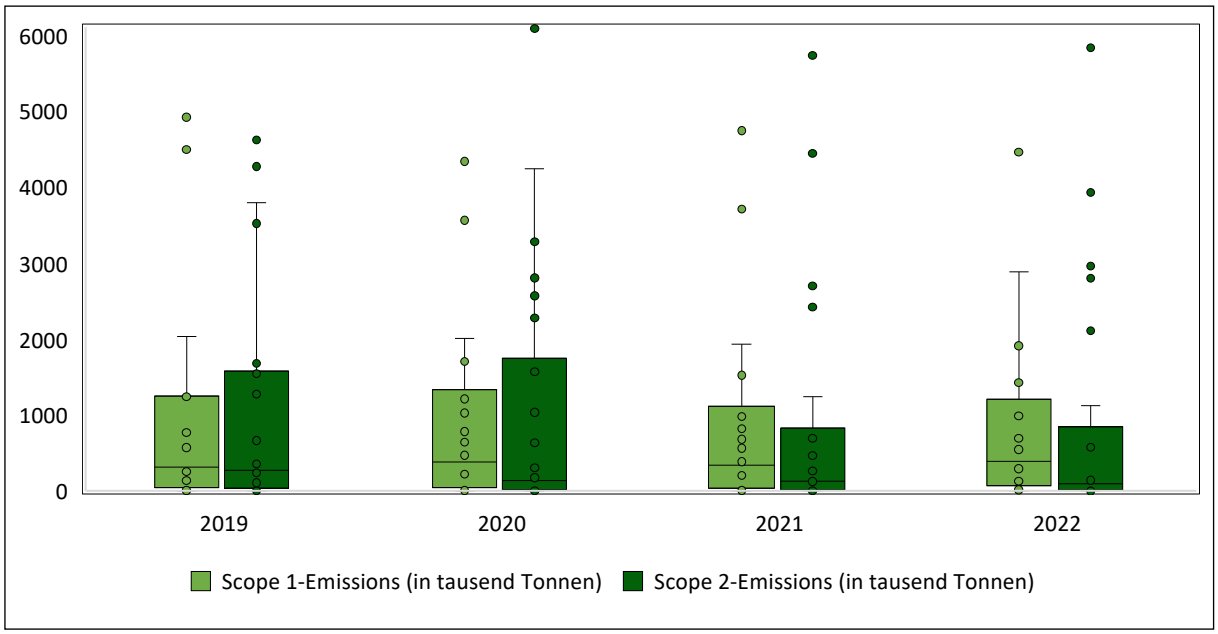

Abbildung 5: Werteverteilung Scope 1-2 (2019-2022)

Auffällig ist hierbei die Vielzahl an Ausreißern sowohl im Scope 1- als auch Scope 2-Bereich. Im beschriebenen Diagramm sind einige extreme Ausreißer aufgrund der übersichtlichen

[87] Vgl. Backhaus u.a., 2023, S. 115f.
[88] Vgl. Backhaus u.a., 2023, S. 118

Darstellbarkeit nicht enthalten. Zu ergänzen wären Scope 1-Messwerte der RWE AG von 91.700 (2019), 70.366 (2020), 86.900 (2021) sowie 89.600 (2022) und der BASF SE von 17.323 (2019), 18.395 (2020), 18.668 (2021), 16.499 (2022). Außerdem erwähnenswert sind die Spannweiten der Scope 1-Messwerte zwischen den Minima von 0,02836 (2019), 0,02394 (2020), 0,16532 (2021), jeweils gemeldet von der Hannover Re, und 5,077 (2022) von der Deutschen Börse AG sowie den vorgenannten Maxima der RWE AG. Hier wird deutlich, dass die Stichprobe Unternehmen aus sehr unterschiedlich ausgerichteten Branchen beinhaltet, da die Auswahl nach der Unternehmensgröße und nicht nach Sektorzugehörigkeit bestimmt wurde. Bei einfacher Betrachtung der erhobenen Zahlen fällt eine deutliche Unterscheidung zwischen produzierendem Gewerbe und Dienstleistungssektor auf, wobei die Energieproduzenten die Spitze bilden.

Bei der Betrachtung der Scope 2-Werte entsteht ein anderes Bild. Zwar sind die Maxima ebenfalls im industriellen Sektor, insbesondere der Energiebranche verortet (2019: 4.620 bei Covestro, 2020: 6.086 bei E.ON, 2021: 5.730 bei E.ON, 2022: 5.830 E.ON), die Minima hingegen sind über verschiedene Branchen verteilt (2019: 0,255 bei Vonovia, 2020: 0,231 bei Zalando, 2021: 1,569 bei Beiersdorf, 2022: 0,588 bei Zalando). Während die Boxgrößen bzw. die Interquartilsabstände bei den Scope 1-Werten annähernd gleichbleiben, verringern sich diese bei den Scope 2-Werten.

Zwar mag die Betrachtung arithmetischer Mittelwerte bei solch großen Spannweiten, die maßgeblich durch extreme Ausreißer im Maximum begründet sind, keine geeignete Methode sein, um einen Gesamteindruck der Emissionsmengen der DAX-Unternehmen zu gewinnen. Dafür lässt sich aber ein allgemeiner Trend betrachten. Dieser bestätigt die vorgenannte Annahme aus der Betrachtung der Interquartilsabstände aus Abbildung 5, sodass bei den Scope 1-Werten kein Trend erkennbar ist, während die Scope 2-Werte zwischen 2019 und 2022 um rd. 24% gefallen sind (siehe Abb. 6).

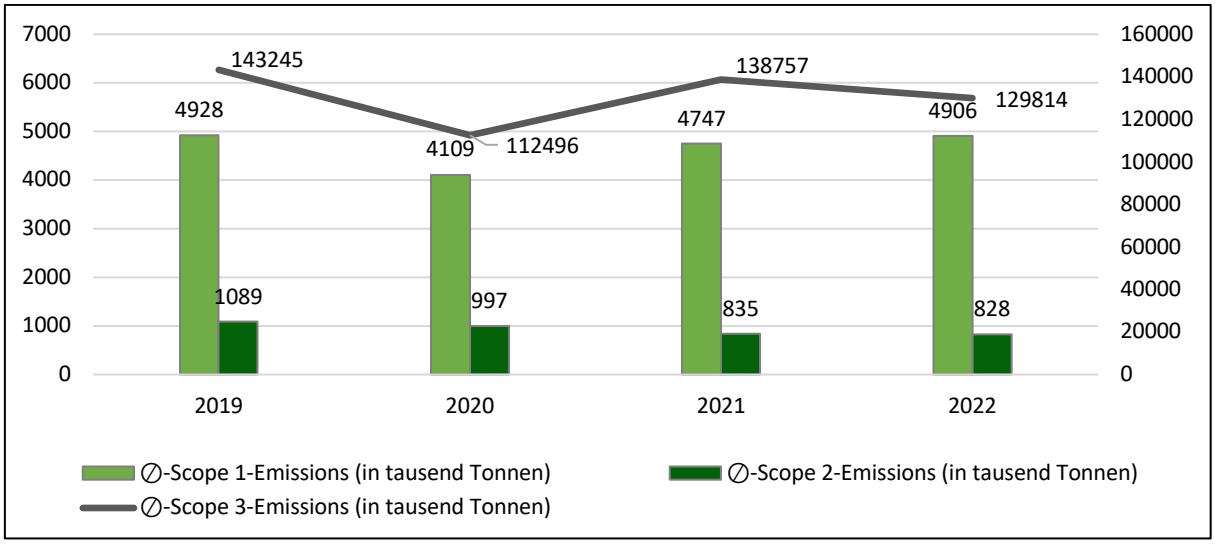

Abbildung 6: Entwicklung der arithmetischen Mittelwerte Scope 1-3 (2019-2022)

Bei der Betrachtung der gemeldeten Scope 3-Werte in Abbildung 7 ergibt sich ein ähnliches Bild. Auch hier fallen zunächst die extremen Ausreißer auf, wobei in der Darstellung die Messwerte der Siemens Energy AG aufgrund der Skalenwahl ausgeblendet wurden (2019: 1.500.000, 2020: 932.198, 2021: 1.373.900, 2022: 1.328.090). Erneut liefert in dieser Betrachtung ein Unternehmen aus dem Energiesektor die festgestellten Maxima der Stichprobe. Die extremen Messwerte der Siemens Energy AG sind wohl auf die besondere Geschäftstätigkeit des Unternehmens zurückzuführen, da die AG überwiegend am Bau von Kraftwerken und Kraftwerksteilen beteiligt ist, die entsprechend erhöhte Downstream-Messwerte verursachen.[89]

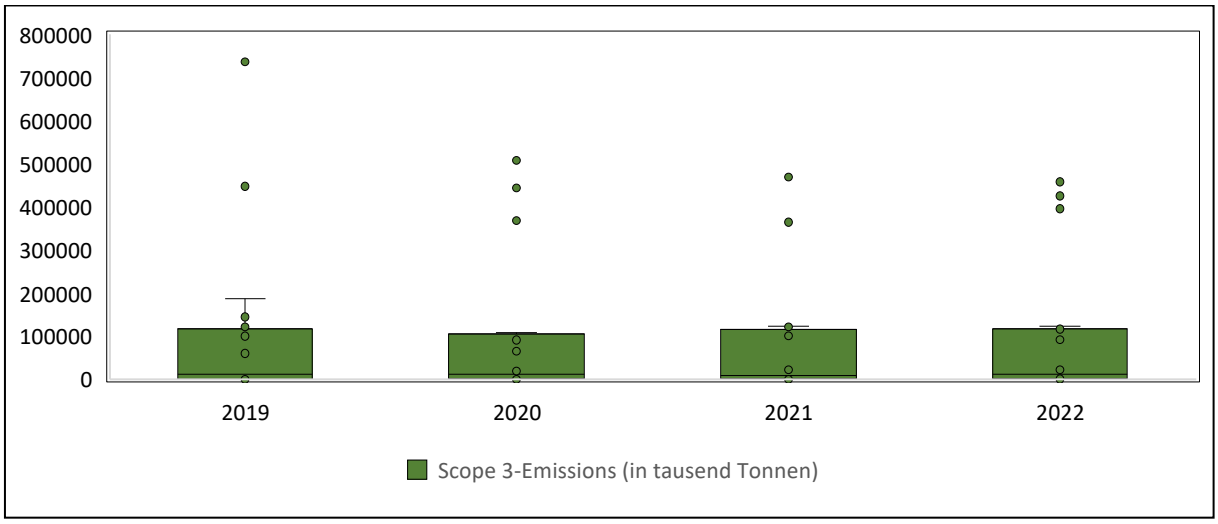

Abbildung 7: Werteverteilung Scope 3 (2019-2022)

[89] Vgl. Siemens Enegry AG, 2023

Ebenfalls fällt bei der Betrachtung der Scope 3-Werte aus Abbildung 7 auf, dass Messwerte, die nicht innerhalb des Interquartilsabstand verortet sind, zumeist als Außerreißer, also außerhalb der Reichweite der Whisker, lokalisiert sind. Dies deutet auf einen Bruch in der Stichprobe hin. Dieser Umstand lässt sich womöglich durch die Branchenzugehörigkeit, aber auch die Nachhaltigkeitsstrategie der jeweiligen Unternehmen erklären. Durch die Betrachtung der Entwicklung der arithmetischen Mittelwerte der Jahre 2019 bis 2022 in Abbildung 6 lässt sich ein leicht negativer Trend ablesen. Im Betrachtungszeitraum ging der Scope 3-Durchschnittswert um rd. 9% zurück. Zwar ist der niedrigste Jahreswert in 2020 zu verzeichnen. Dies lässt sich aber womöglich durch den Ausbruch der Coronapandemie als Sonderfaktor erklären.

Die letzte zu betrachtende exogene Variable ist die jährliche Abfallemission in Abbildung 8.

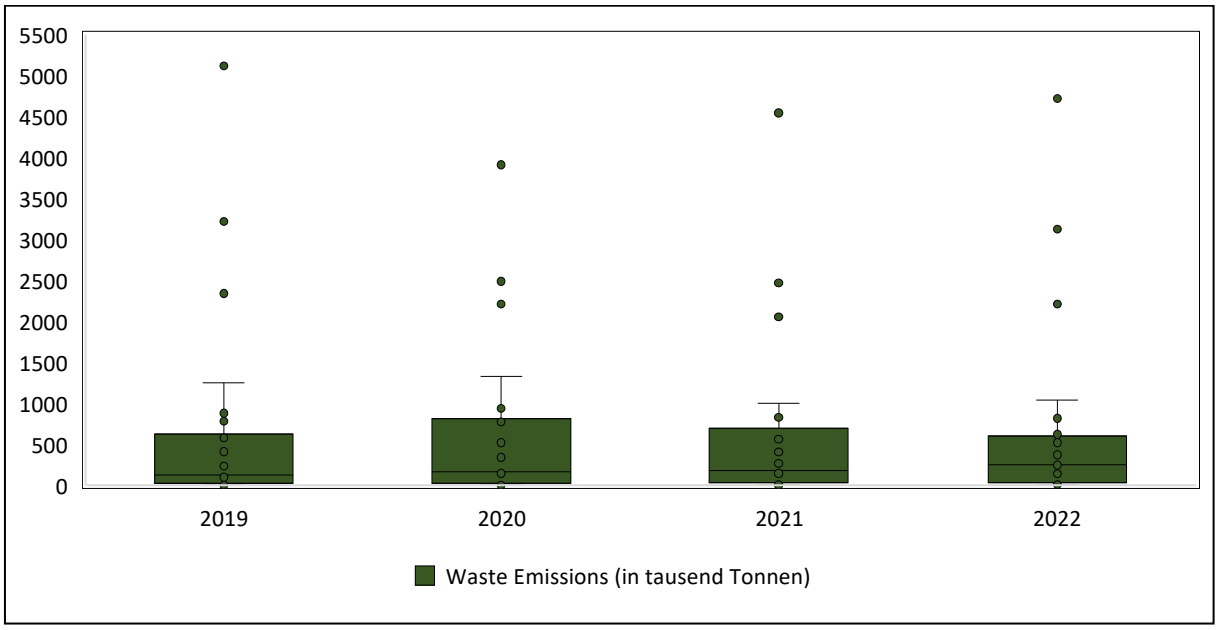

Abbildung 8: Werteverteilung Waste Emissions (2019-2022)

Das Bild ähnelt auf den ersten Blick den zuvor betrachteten THG-Emissionen, wobei die Darstellung der Waste Emissions sämtliche zu untersuchenden Messpunkte beinhaltet und nicht in ihrer Skala angepasst wurde. Dennoch ist eine besonders große Spannweite zu verzeichnen zwischen Minima (0,18 in 2019, 0,13 in 2020, 0,17 in 2021, jeweils von Hannover Re, und 2,19 in 2022 von Qiagen - wobei Hannover Re bis zum Tag der Datenbereitstellung keinen Sustainability Report für 2022 veröffentlicht hatte) und Maxima (2019: 5.117, 2020: 3911, 2021: 4544, 2022: 4.721, jeweils von der RWE AG).

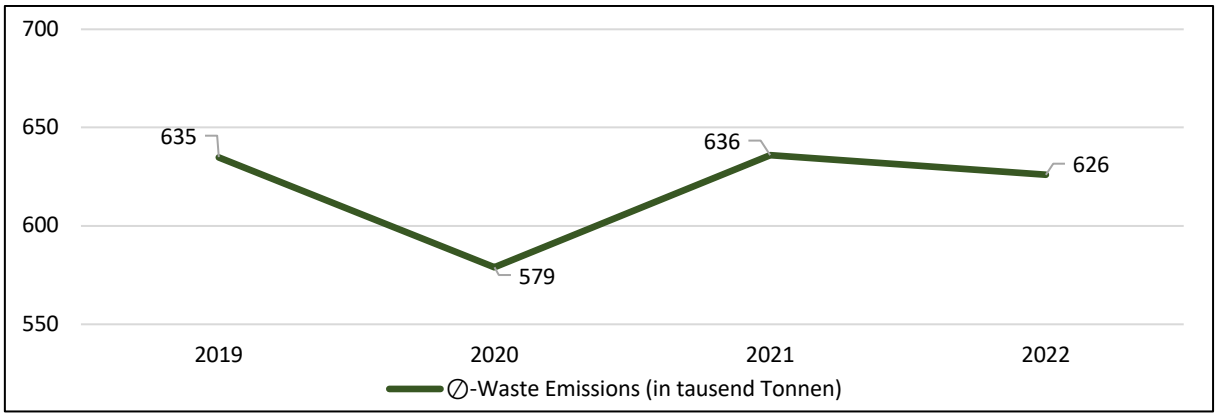

Abbildung 9: Entwicklung der arithmetischen Mittelwerte Waste Emissions (2019-2022)

Bei der Betrachtung der Entwicklung der arithmetischen Mittelwerte der Waste Emissions in Abbildung 9 lässt sich kein klarer Trend erkennen. Erkennbar ist lediglich das besondere Corona-Jahr 2020, welches den Tiefpunkt im Betrachtungszeitraum markiert. Bereits im folgenden Jahr 2021 wurde der Vor-Corona-Wert von 2019 leicht überschritten.

3.6.2. Deskriptive Statistik der Endogenen

Nachdem im vorherigen Kapitel ein umfassender Überblick über die Entwicklung der betrachteten exogenen Variablen gegeben wurde, soll in diesem Kapitel nun der Fokus auf die endogenen Variablen gerichtet werden. Beim Blick auf die Streuungs- und Lagemaße der ROA und ROE der 26 betrachteten Unternehmen in Abbildung 10 fallen zunächst Unterschiedlichkeiten zwischen diesen beiden Variablen auf.

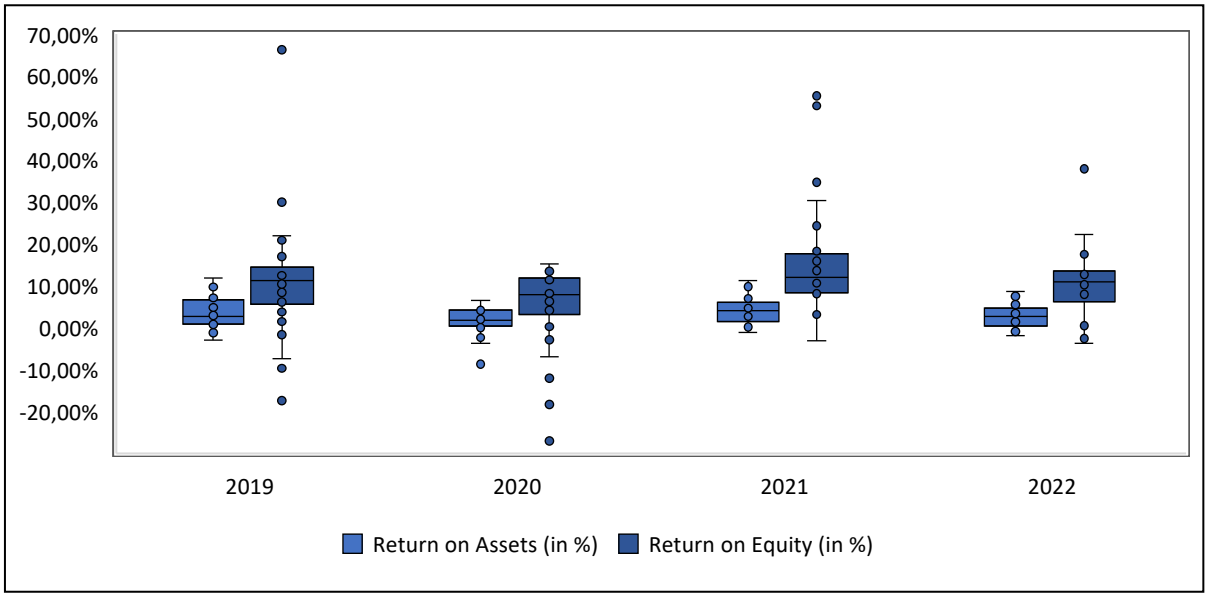

Abbildung 10: Werteverteilung ROA und ROE (2019-2022)

Während in allen vier Beobachtungsjahren beim ROA keine Ausreißer zu verzeichnen sind, unterscheiden sich die Messwerte des ROE deutlicher. Außerdem auffällig sind die unterschiedlichen Orientierungen der ROE-Ausreißer im Beobachtungszeitraum. Im Jahr 2019 liegen sowohl Ausreißer nach oben als auch nach unten vor. Hierdurch entsteht eine große Spannweite zwischen einem Minimum von -17,35% bei der Airbus SE und einem Maximum von 66,25% bei der RWE AG. Im Jahr 2020 hingegen zeigt sich ein anderes Bild, in dem sich die ROE-Ausreißer ausschließlich unterhalb der Box platzieren. Dies lässt aufgrund der Jahreszahl erneut einen Corona-Effekt vermuten. Die Spannweite liegt in diesem Jahr zwischen einem Minimum von -26,96% bei der Bayer AG und einem Maximum von 14,50% bei der E.ON AG. In den darauffolgenden Jahren 2021 und 2022 werden Ausreißer ausschließlich oberhalb der Box verortet. Hier bilden die Maxima 2021 die E.ON AG mit 55,26% sowie 2022 die Airbus SE mit 37,89%. Bei den beschriebenen Beobachtungen ergeben sich bereits erste Erkenntnisse bei der Verteilung der jeweiligen Minima und Maxima. Bezogen auf den ROE sind in drei von vier Betrachtungsjahren jeweils Energieversorger die profitabelsten Unternehmen, die im gleichen Zeitraum bei der Beobachtung der Scope 1- und 2-Emissionsmengen in sieben von acht Fällen das jeweilige Maximum vermelden. Diese Erkenntnis ist zwar nicht qualifiziert, eine aufgestellte Hypothese zu verwerfen, zeigt aber dennoch eindrucksvoll, dass hohe Emissionswerte nicht per se negativ für die Unternehmensrentabilität zu sein scheinen.

Nun soll noch der Blick auf die Lage- und Streuungsmaße der Tobin´s Q-Werte gerichtet werden. (Abbildung 11)

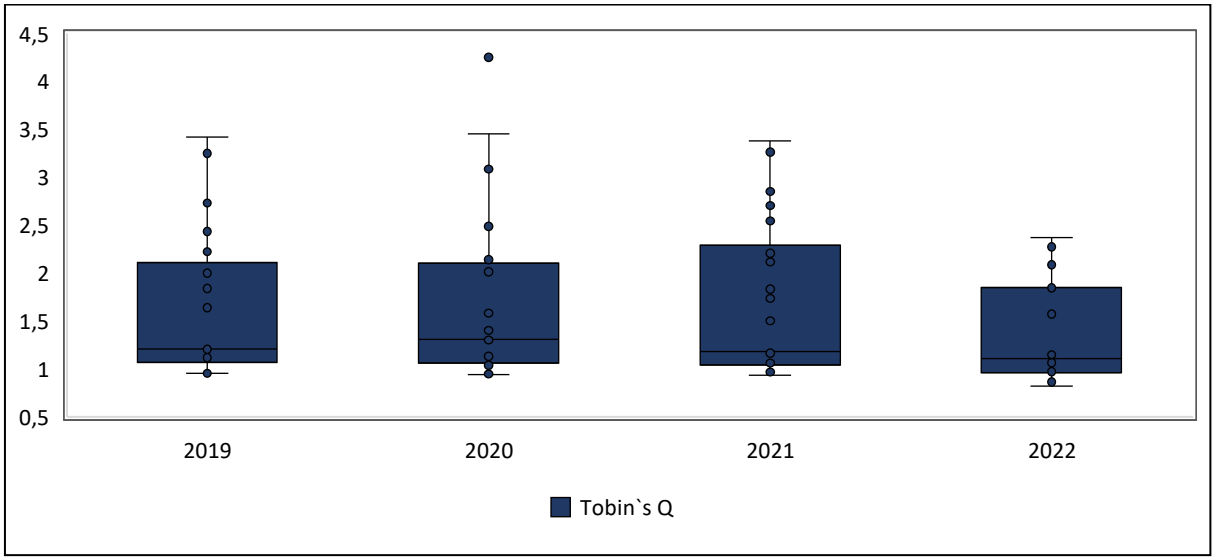

Abbildung 11: Werteverteilung Tobin´s Q (2019-2022)

In den vier Beobachtungsjahren tritt ausschließlich im Coronaausbruchsjahr 2020 ein positiver Ausreißer auf. Dieses Maximum liegt bei 4,25 bei der Zalando AG und lässt sich auch aufgrund der Branchenzugehörigkeit zum E-Commerce vermutlich auf den Sondereffekt des Ausbruchs der Coronapandemie zurückführen. Auffällig sind die Verteilungen der Minima, die überwiegend im Automobilsektor verzeichnet wurden (2019: 0,95 bei BMW, 2020: 0,94 bei BMW, 2021: 0,93 bei BMW, 2022: 0,82 bei Siemens Energy).

Zuletzt soll noch der Fokus auf mögliche Trends bei den endogenen Variablen gelegt werden. Um einen solchen zu erkennen, werden in Abbildung 12 die Entwicklungen der jeweiligen arithmetischen Mittelwerte dargestellt.

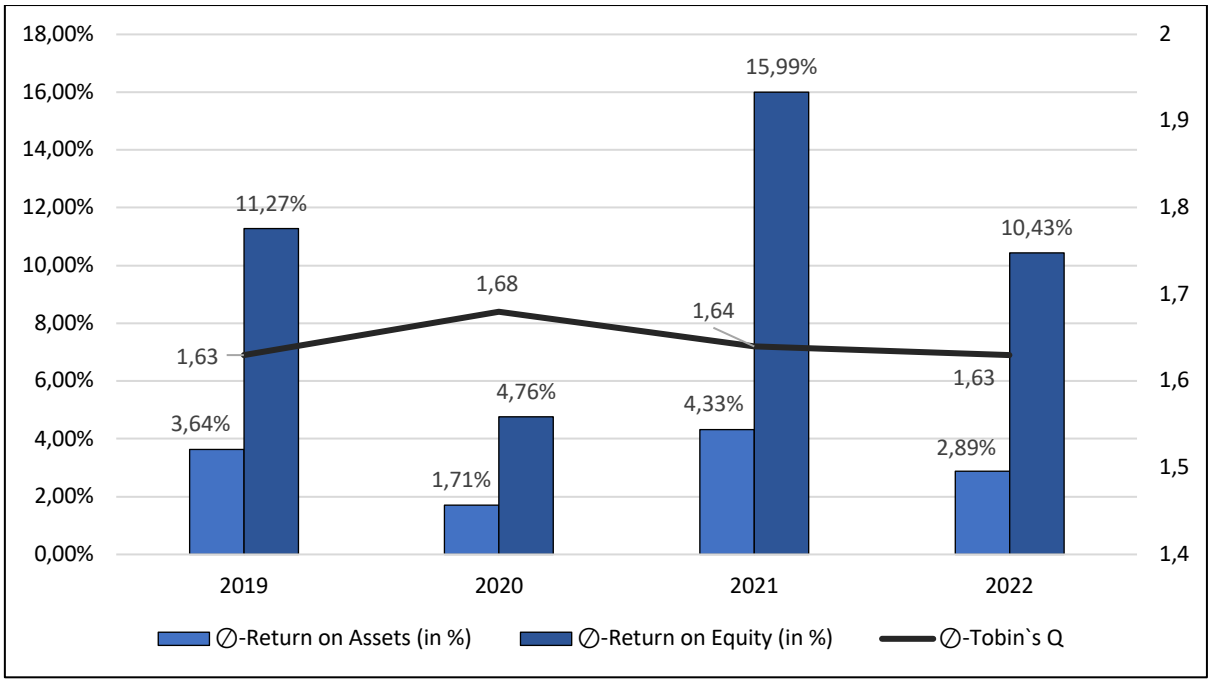

Abbildung 12: Entwicklung arithmetischer Mittelwerte endogener Variablen (2019-2022)

Zunächst lässt sich feststellen, dass die Unternehmen in der Stichprobe im Schnitt pro Jahr Leverage-Effekte von rd. 180% bis rd. 270% durch die Aufnahme von günstigem Fremdkapital realisieren konnten. Daher resultieren die Differenzen zwischen ROA und ROE. Dieser Effekt scheint sich trotz veränderter Marktzinssituation in 2022 vor dem Hintergrund erhöhter Inflationsraten noch nicht umzukehren. Auf der Suche nach ggf. bestehenden Trends zeigt sich erneut die Besonderheit des Coronaausbruchsjahres 2020, in dem die arithmetischen Mittelwerte der ROA und ROE deutliche Abschläge kassieren und gleichzeitig das Tobin´s Q ansteigt. Weitere Trends sind ohne Weiteres nicht ablesbar.

3.6.3. Induktive Statistik

Aufbau der Analyse

Im folgenden Abschnitt soll nun die Durchführung der induktiven Statistik beschrieben und erläutert werden. Die Berechnungen aus der bereits beschriebenen Stichprobe erfolgen in der Statistiksoftware „R“. Bevor die tatsächliche Regressionsanalyse durchgeführt wird, unterzieht sich der Paneldatensatz einer Untersuchung auf Multikollinearität. Durch Berechnung der VIFs und anschließendem Aufstellen einer Korrelationsmatrix sollen ggf. korrelierende Variablen ausfindig gemacht und eliminiert werden, um die Aussagekraft der Analyseergebnisse zu erhöhen. Anschließend werden für die drei zu untersuchenden Y-Variablen ROA, ROE und Tobin´s Q separate Panel-Regressionsanalysen durchgeführt. Untersucht wird der Datensatz dabei sowohl im OLS- als auch im Fixed-Effects-Model. Dabei wird das Ergebnis aus dem Fixed-Effects-Model die gesamte Heterogenität der Stichprobe in seine Berechnung einfließen lassen. Da die Stichprobe sehr unterschiedlich ausgeprägte Unternehmen aus verschiedenen Branchen enthält, wird es schwierig sein, ein signifikantes Ergebnis zu erzielen. Um einen ggf. bestehenden Trend zu erkennen, der auf Ebene des gesamten Marktes existiert, wird parallel eine Untersuchung als OLS-Statistik durchgeführt. Innerhalb der Analyse soll die statistische Signifikanz zunächst anhand des p-Wertes und anschließend mit Hilfe der t-Statistik überprüft werden. Für beide Tests wird ein Konfidenzintervall von α=10% angenommen, was einem kritischen T-Wert für einen zweiseitigen Ablehnungsbereich von 2,787 entspricht.[90] Zuletzt wird die Modellgüte anhand der Bestimmtheitsmaße R^2 und $R^2{}_{adj}$ untersucht.

Multikollinearität

Um die vorliegende Stichprobe auf Multikollinearität zu überprüfen, werden in einem ersten Schritt die VIFs der einzelnen Regressoren berechnet. Diese sollten bestenfalls unter einem Grenzwert 5 liegen.

	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Waste	CPI	U-Rendite
VIF	3,484	1,700	1,029	4,642	6,430	6,421

Tabelle 3: Ergebnistabelle, VIFs

Die Ergebnistabelle 3 zeigt, dass die ausgewählten Kontrollvariablen stark mit anderen Regressoren korrelieren. Da die VIF-Werte sehr nah aneinander liegen, kann davon ausgegangen

[90] Vgl. Anhang, S. 1

werden, dass die Korrelation zwischen CPI und der Umlaufrendite vorliegt. Dies lässt sich aus dem Kontext begründen, da erhöhte Inflationsraten im Regelfall zu Zinserhöhungen und damit zu steigenden Umlaufrenditen führen.

Um Gewissheit darüber zu erlangen, dass tatsächlich diese beiden genannten Variablen miteinander korrelieren, wird in der nachfolgenden Tabelle 4 eine Korrelationsmatrix zum untersuchten Datensatz aufgestellt. Die Werte in der Matrix zeigen, wie stark und in welche Richtung die lineare Beziehung zwischen den Variablen ist. Die „NA"-Einträge weisen auf nicht identifizierbare Zusammenhänge hin.

	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Waste	CPI	U-Rendite
Scope 1	1	NA	NA	NA	NA	NA
Scope 2	NA	1	NA	NA	NA	NA
Scope 3	NA	NA	1	NA	NA	NA
Waste	NA	NA	NA	1	NA	NA
CPI	NA	NA	NA	NA	1	0.921
U-Rendite	NA	NA	NA	NA	0.921	1

Tabelle 4: Korrelationsmatrix, Paneldatensatz

Die starke positive Korrelation von 0,921 zwischen dem Verbraucherpreisindex (CPI) und der Umlaufrendite bestätigt die vorher getroffene Annahme. Dies bedeutet, dass höhere Werte des CPI mit höheren Umlaufrenditen im Betrachtungszeitraum in ähnlicher Intensität zu beobachten sind. Die hohe Korrelation zwischen den beiden Kontrollvariablen zeigt an, dass diese ähnliche Informationen liefern und potenziell zu Multikollinearität führen können. Um die Aussagekraft des Modells zu verbessern, ist es ratsam, eine der beiden Variablen aus dem Modell zu entfernen. Dies soll sicherstellen, dass die unabhängigen Variablen im Modell jeweils eindeutige Informationen liefern. Da probehafte Regressionsanalysen dieses Paneldatensatzes unter Berücksichtigung von CPI als Kontrollvariable zu statistisch signifikanteren Ergebnissen geführt haben als bei Analysen mit Umlaufrenditen als Variable, wird die Umlaufrendite aus dem Modell eliminiert.

Analyse nach der OLS-Methode

Nun wird die Regressionsanalyse des Paneldatensatzes zunächst nach der OLS-Methode analysiert.

Endogene: ROA	Schätzer	Standardabw.	T-Wert	p-Wert
Intercept	3,223	0,617	5,222	1,091e-06
Scope 1	1,559e-05	3,797e-05	0,410	0,682
Scope 2	-2,534e-05	1,236e-06	-0,086	0,932
Scope 3	-3,154e-06	4,507e-06	-2,552	0,012
Waste	-7,391e-05	6,795e-04	-0,109	0,914
CPI	10,176	14,137	0,720	0,473
Bestimmtheitsmaß R^2				0,077
Adjustiertes R^2				0,027
p-Wert (gesamt)				0,185

Tabelle 5: Ergebnistabelle Panel Regression nach Pooling-Modell, Y-Variable: ROA

Der p-Wert des Modells von 0,185 liegt über dem festgelegten Konfidenzniveau von 10%. Dies bedeutet, dass die Nullhypothese, die besagt, dass alle unabhängigen Variablen im Modell keine statistisch signifikante Wirkung auf die abhängige Variable haben, nicht abgelehnt werden kann. Somit ist das gesamte Modell nicht statistisch signifikant.

Der Intercept ist zwar statistisch sowohl laut des ausgewiesenen p- als auch des T-Werts signifikant, bringt aber in der vorliegenden Untersuchung keine Aussagekraft für die Praxis. In der Theorie gibt der Intercept Aufschluss darüber, wie die Gesamtkapitalrentabilität eines DAX-Unternehmens ausgestaltet wäre, wenn es keinerlei THG- und Abfallemissionen getätigt hätte und die Inflationsrate in Deutschland bei Null liegen würde. Die Variable „Scope 3“ hat eine negative Auswirkung auf den ROA und ist ebenfalls nach p-Wert statistisch signifikant.

Das Bestimmtheitsmaß R^2 von 0,077 zeigt, dass die unabhängigen Variablen insgesamt nur etwa 7,7% der Variation in der abhängigen Variable erklären können. Das adjustierte R^2 von 0,027 unterstreicht die schwache Güte des Modells.

Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass das Modell nicht gut zur Erklärung der abhängigen Variable geeignet ist. Es gibt jedoch Anzeichen dafür, dass „Scope 3“ eine statistisch signifikante Beziehung zur abhängigen Variable aufweist, während die anderen Variablen keine signifikante Wirkung zeigen.

Endogene: ROE	Schätzer	Standardabw.	T-Wert	p-Wert
Intercept	7,579	2,299	3,296	0,001
Scope 1	1,084e-04	1,415e-04	0,766	0,446
Scope 2	1,830e-03	1,102e-03	1,660	0,099
Scope 3	-6,681e-06	4,607e-06	-1,450	0,150
Waste	-4,500e-04	2,532e-03	-0,178	0,859
CPI	63,579	52,685	1,207	0,231
Bestimmtheitsmaß R^2				0,109
Adjustiertes R^2				0,061
p-Wert (gesamt)				0,056

Tabelle 6: Ergebnistabelle Panel Regression nach Pooling-Modell, Y-Variable: ROE

Der p-Wert für das gesamte Modell in Tabelle 6 liegt bei 0,056, was auf eine potenzielle statistische Signifikanz des Modells hinweist. Von den betrachteten X-Variablen weisen dabei nur der „Intercept“ und „Scope 2“ statistische Signifikanz auf, während ausschließlich der „Intercept“ zusätzlich nach dem ermittelten T-Wert signifikanten Einfluss auf den ROE ausübt.

„Scope 2“ zeigt einen Schätzwert von 1,830e-03, einen T-Wert von 1,660 und einen p-Wert von 0,099. Da der p-Wert knapp oberhalb des vorgegebenen Konfidenzniveaus liegt, könnte dies auf eine mögliche statistische Signifikanz auf den ROE hinweisen, auch wenn der T-Wert unterhalb des kritischen Wertes von 2,787 liegt. Das positive Vorzeichen des Schätzers deutet dabei auf einen positiven Zusammenhang hin, sodass sich die Eigenkapitalrentabilität marginal verbessert, während mehr indirekte energiebedingte THG-Emissionen getätigt werden. Die übrigen Variablen („Scope 1“, „Scope 3“, „Waste“ und „CPI“) weisen keine statistische Signifikanz auf.

Das Modell erklärt insgesamt etwa 10,9% der Variation im ROE, wie durch das Bestimmtheitsmaß R^2 angegeben. Das adjustierte R^2 von 0,061 zeigt dabei, dass sich die Güte des Modells durch die Anzahl der ausgewählten X-Variablen nicht verbessert.

Endogene: Tobin´s Q	Schätzer	Standardabw.	T-Wert	p-Wert
Intercept	2,004	0,123	16,310	< 2e-16
Scope 1	1,155e-05	7,604e-06	1,519	0,132
Scope 2	-8,337e-05	5,891e-05	-1,415	0,160
Scope 3	-5,748e-07	2,851e-07	-2,016	0,047
Waste	-3,162e-04	1,363e-04	-2,320	0,023
CPI	-4,756	2,825	-1,683	0,096
Bestimmtheitsmaß R^2				0,242
Adjustiertes R^2				0,200
p-Wert (gesamt)				0,0001

Tabelle 7: Ergebnistabelle Panel Regression nach Pooling-Modell, Y-Variable: Tobin´s Q

Der p-Wert für das gesamte Modell beträgt 0,0001, was weit unter dem gewählten Konfidenzniveau von 10% liegt. Dieser niedrige p-Wert zeigt an, dass das Modell insgesamt statistisch signifikant ist.

Unter den individuellen Variablen weist, neben dem zu vernachlässigenden „Intercept“, „Scope 3“ eine statistische Signifikanz mit einem p-Wert von 0,047, einem T-Wert von -2,016 und einen Schätzwert von -5,748e-07 auf. Das negative Vorzeichen des Schätzers deutet darauf hin, dass bei einer massiven Reduktion der indirekten THG-Emissionsmenge von einer verbesserten Eigenkapitalbewertung am Markt ausgegangen werden kann.

Der p-Wert der Abfallemissionen von 0,023 zeigt ebenfalls eine statistische Signifikanz an. In Verbindung mit dem T-Wert von -2,320 und dem Schätzer von -3,162e-04 kommt dieser Variable eine ähnliche Aussage wie „Scope 3“ zu. Es kann davon ausgegangen werden, dass geringere Abfallemissionsmengen mit einem besseren Tobin´s Q Wert einhergehen.

Ebenfalls könnte die Inflationsrate in Deutschland einen signifikanten Einfluss auf das Kurs-Buchwert-Verhältnis haben, da der p-Wert mit 0,096 unterhalb des vorgegebenen Konfidenzniveaus liegt. Der Schätzwert von -4,756 zeigt an, dass auch hier ein negativer Zusammenhang besteht. Fällt die Inflationsrate, kann von einem verbesserten Tobin´s Q-Wert ausgegangen werden.

Das Bestimmtheitsmaß R^2 zeigt, dass etwa 24,2% der Variationen des Modells durch die gewählten X-Variablen erklärt werden können. Das adjustierte R^2 von 0,200 hingegen zeigt keine Verbesserung der Modellgüte durch die Anzahl der exogenen Variablen.

Analyse im Fixed-Effects-Model

Im folgenden Abschnitt sollen nun dieselben Datensätze in einem anderen Modell untersucht werden. Durch Anwendung des Fixed-Effects-Model können die einzelnen Unternehmen sowie die untersuchten Unternehmensjahre im Gegensatz zur OLS-Methide individuell betrachtet werden. Aufgrund der Auswahl dieses Modells entfällt gleichzeitig die Betrachtung der Kontrollvariable „CPI“, da diese keine individuelle Zuordnung zu den einzelnen betrachteten Unternehmen zulässt.

Endogene: ROA	Schätzer	Standardabw.	T-Wert	p-Wert
Scope 1	9,612e-05	1,958e-04	0,491	0,625
Scope 2	1,091e-03	9,857e-04	1,107	0,272
Scope 3	1,812e-06	4,507e-06	0,402	0,689
Waste	2,946e-04	1,986e-03	0,148	0,883
Bestimmtheitsmaß R^2				0,0429
Adjustiertes R^2				-0,407
p-Wert (gesamt)				0,568

Tabelle 8: Ergebnistabelle Panel Regression nach Fixed-Effects-Modell, Y-Variable: ROA

Der p-Wert des Modells bezogen auf den ROA liegt bei 0,568 und damit deutlich über dem 10%-Konfidenzniveau. Das deutet darauf hin, dass das gesamte Modell nicht statistisch signifikant ist, was durch die erhöhten p-Werte der einzelnen Variablen unterstützt wird. Das gesamte Modell hat aufgrund seiner individuellen Betrachtungsweise der Stichprobe keine Aussagekraft.

Die folgende Tabelle 9 gibt einen Überblick über den Zusammenhang zwischen den gewählten X-Variablen und dem ROE.

Endogene: ROE	Schätzer	Standardabw.	T-Wert	p-Wert
Scope 1	5,026e-04	7,987e-04	0,629	0,531
Scope 2	5,039e-03	4,021e-03	1,253	0,215
Scope 3	-5,581e-06	1,839e-05	-0,304	0,762
Waste	1,143e-02	8,102e-03	1,411	0,163
Bestimmtheitsmaß R^2				0,121
Adjustiertes R^2				-0,292
p-Wert (gesamt)				0,071

Tabelle 9: Ergebnistabelle Panel Regression, Y-Variable: ROE

Der p-Wert des Modells von 0,071 liegt unterhalb des vorgegebenen Konfidenzniveaus von 10%. Dies könnte darauf hindeuten, dass das Modell eine gewisse statistische Signifikanz aufweist. Für die einzelnen X-Variablen zeigen die jeweiligen p-Werte an, dass keine der Variablen eine statistisch signifikante Aussagekraft bezogen auf die Eigenkapitalrentabilität aufweisen, da sie alle über dem Konfidenzniveau von 10% liegen.

Das Bestimmtheitsmaß R^2 beträgt 0,121, was andeutet, dass die unabhängigen Variablen etwa 12,1% der Variation in der abhängigen Variable erklären können. Das adjustierte R^2 von -0,292 könnte auf ein Überanpassungsproblem hinweisen, um dieses auszuschließen wäre eine Variation des Modells oder die Hinzunahme weiterer Variablen notwendig. Da bereits ein anderes Modell mit der OLS-Statistik durchgeführt wurde und die einzelnen Variablen ohnehin keine statistische Signifikanz aufweisen, wird in dieser Ausführung darauf verzichtet.

Zuletzt soll der Einfluss der Nachhaltigkeitsvariablen auf das Kurs-Buchwert-Verhältnis nach dem Fixed-Effects-Model überprüft werden.

Endogene: Tobin´s Q	Schätzer	Standardabw.	T-Wert	p-Wert
Scope 1	9,053e-06	1,936e-05	0,468	0,642
Scope 2	-8,931e-05	9,773e-05	-0,914	0,364
Scope 3	3,911e-07	4,822e-07	0,811	0,420
Waste	-1,277e-05	1,963e-04	-0,065	0,948
Bestimmtheitsmaß R^2				0,023
Adjustiertes R^2				-0,443
p-Wert (gesamt)				0,824

Tabelle 10: Ergebnistabelle Panel Regression, Y-Variable: Tobin´s Q

Der p-Wert (gesamt), bezogen auf den Tobin´s Q-Wert, liegt weit oberhalb des vorgegebenen Konfidenzniveaus von 10% bei 0,824. Daher kann davon ausgegangen werden, dass das gesamte Modell keine statistische Signifikanz hat. Da gleichzeitig alle untersuchten X-Variablen einzeln ebenfalls p-Werte oberhalb von 0,10 aufweisen, haben auch diese keine statistische Aussagekraft auf die Veränderung des Kurs-Buchwert-Verhältnisses in dieser Stichprobe. Das gesamte Modell hat aufgrund seiner individuellen Betrachtungsweise der einzelnen Unternehmen und Jahre keine Aussagekraft.

Abschließend wird ein Blick auf die nachstehende zusammenfassende Ergebnistabelle aller signifikanten Nachhaltigkeitsvariablen gelegt.

Y-Variable	X-Variable	Schätzer	T-Signifikanz	p-Signifikanz
ROA	Scope 3	-3,154e-06	×	✓
ROE	Scope 2	+1,830e-03	×	✓
Tobin´s Q	Scope 3	-5,748e-07	×	✓
Tobin´s Q	Waste	-3,162e-04	×	✓

Tabelle 11: Zusammenfassende Ergebnistabelle signifikanter Zusammenhänge

Insgesamt wurden sechs Analysen mit jeweils vier Nachhaltigkeitsvariablen getätigt. Von den 24 möglichen Zusammenhängen dieser einzelnen Variablen, bezogen auf ROA, ROE sowie Tobin´s Q, weisen lediglich vier einen signifikanten p-Wert unter dem Konfidenzniveau von α=10% auf. Dies entspricht einer Trefferquote von gerade einmal 16,7%. Keiner dieser Zusammenhänge hat den entsprechenden zweitseitigen T-Test mit jeweils fünfprozentigem Ablehnungsniveau bestanden. Daher sollte die Aussagekraft dieser erkannten Zusammenhänge

durchaus infrage gestellt werden. In drei von vier Fällen wird dabei der positive Zusammenhang von Umweltleistung und Rentabilität bzw. Bewertung festgestellt, während in einem Fall, bezogen auf den Scope 2-Wert als X-Variable, ein Effekt in die entgegengesetzte Richtung beobachtet wird.

Heteroskedastizität

Zuletzt sollen die Modelle nun noch auf das mögliche Vorliegen von Heteroskedastizität geprüft werden. Hierzu werden die Modelle, bezogen auf die einzelnen Y-Variablen, dem Goldfeld-Quandt-Test unterzogen. Die nachfolgende Ergebnistabelle 12 zeigt ein deutliches Bild.

Y-Variable	p-Wert	Nullhypothese	Erkenntnis	Heteroskedastizität
ROA	0,989	nicht abgelehnt	Varianz wächst im Verlauf	✓
ROE	0,992	nicht abgelehnt	Varianz wächst im Verlauf	✓
Tobin´s Q	0,215	nicht abgelehnt	Varianz wächst im Verlauf	✓

Tabelle 12: Ergebnistabelle Goldfeld-Quandt-Test

Da sämtliche p-Werte oberhalb des Konfidenzniveaus von α=10% liegen, können die Nullhypothesen nicht abgelehnt werden. Demnach kann bei den zuvor dargestellten Regressionsanalyseergebnissen nicht von einem linearen Verlauf ausgegangen werden.

4. Fazit

4.1. Überprüfung der Hypothesen

Die vorliegende Bachelorarbeit nimmt eine umfassende Analyse der Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeitsbemühungen, quantifiziert durch THG- sowie Abfallemissionsmengen, und der Unternehmensrentabilität sowie der Marktbewertung des Eigenkapitals von DAX-Unternehmen in einem Zeitraum von 2019 bis 2022 vor.

Die erste Hypothese vermutet einen positiven Zusammenhang zwischen den genannten Emissionen und dem Tobin´s Q. Die Auswertungen im Rahmen der OLS-Methode zeigen eine begrenzte Evidenz für diese Verbindung, da die Nullhypothese in Bezug auf die meisten Nachhaltigkeitsvariablen nicht abgelehnt werden konnte. Die Annahme wurde lediglich für die Variablen „Scope 3“ und „Waste Emissions“ im OLS-Model verworfen. Hier wurde die aufgestellte These eines positiven Zusammenhangs untermauert. Im spezifischeren Fixed-Effects-Model konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeit und Tobin´s Q festgestellt werden.

Die zweite Hypothese erwartet einen positiven Zusammenhang zwischen den Emissionen und der Gesamtkapitalrentabilität. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass lediglich die Variable „Scope 3“ im OLS-Model einen signifikanten Zusammenhang aufweist. Auch dieser Zusammenhang ist positiv ausgerichtet, sodass bei einer verbesserten Umweltleistung durch Reduktion der indirekt verursachten THG-Emissionsmenge von einer verbesserten Unternehmensrentabilität ausgegangen werden kann. Jedoch können im Fixed-Effects-Model keine signifikanten Verbindungen identifiziert werden.

Die dritte Hypothese zielt auf einen positiven Zusammenhang zwischen Emissionen und der Eigenkapitalrentabilität ab. Auch hier ergeben sich ähnliche Muster wie in den vorherigen Analysen. Eine statistische Signifikanz kann lediglich für die Variable „Scope 2“ im OLS-Model festgestellt werden. Diese ist allerdings in umgekehrter Richtung zu erkennen, sodass bei erhöhten indirekten energiebedingen THG-Emissionsmengen von einer verbesserten Rentabilität ausgegangen werden kann. Das Fixed-Effects-Model wiederum zeigt keine signifikanten Zusammenhänge.

Zusätzlich zur Analyse der Hypothesen wird Heteroskedastizität in den Daten identifiziert, die die Interpretation der Ergebnisse einschränkt und auf eine nicht-lineare Fortschreibung der Ergebnisse hindeutet.

Die Erkenntnisse aus den Ergebnissen deuten darauf hin, dass die regulatorischen Eingriffe in die Marktwirtschaft im Betrachtungszeitraum von 2019 bis 2022 in Deutschland noch keine signifikante Verbindung zwischen Nachhaltigkeitsbemühungen und Unternehmensrentabilität herstellen konnten. Es kann ebenfalls kein klarer Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsbemühungen von Unternehmen und ihrer Marktbewertung festgestellt werden, der auf das Einpreisen von Nachhaltigkeitsrisiken zurückzuführen wäre.

4.2. Ausblick

Im Folgenden werden mögliche zukünftige Forschungsrichtungen und Erweiterungen angedeutet, die auf den gewonnenen Erkenntnissen aufbauen und neue Einblicke in das untersuchte Thema ermöglichen könnten.

Eine weitere Betrachtung der ausgewählten Stichprobe in einem anderen Modell könnte entscheidende Vorteile bei der Erreichung eines ausreichenden Signifikanzniveaus bringen. Hier bietet sich aufgrund der vorliegenden Heteroskedastizität eine logarithmische Regressionsanalyse an.

Die deskriptiven Analysen der Nachhaltigkeitsvariablen aus der vorstehenden Bachelorarbeit weisen auf entscheidende sektorale Unterschiede hin, die eine tiefere Untersuchung rechtfertigen. Ein vielversprechender nächster Schritt könnte darin bestehen, einzelne Branchen einer genaueren Betrachtung zu unterziehen. Hier könnten beispielsweise Unternehmen aus Branchensubindizes des STOXX Europe 600-Index betrachtet werden, anstatt wie in der vorliegenden Arbeit die Stichprobe nach der Marktkapitalisierung von Unternehmen innerhalb eines Landes auszuwählen. Eine solche Datenbasis dürfte eine bessere Vergleichbarkeit der Unternehmen gewährleisten und könnte signifikantere Ergebnisse in einer erneuten Regressionsanalyse liefern.

Außerdem kann die hier vorliegende Analyse zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Datenverfügbarkeit im Laufe der Zeit zunimmt, was die Möglichkeit eröffnet, robustere und zuverlässigere Analysen durchzuführen. In diesem Kontext könnte insbesondere der Wasserverbrauch als zusätzliche Variable einbezogen werden. Obwohl die Berücksichtigung dieser Variable aufgrund der aktuellen Datenverfügbarkeit ausgeschlossen wurde, könnte sie in einer späteren Untersuchung wertvolle Einblicke in die Nachhaltigkeitsbemühungen der Unternehmen bieten.

Bei Betrachtung späterer Perioden könnten sich neben einem vermutlich weiter angezogenen THG-Zertifikatspreis auch ein weiter veränderter Energiemix in Deutschland auf die Analyseergebnisse auswirken. Durch die zunehmende Dominanz von emissionsarmen oder emissionsfreien Energien können Nachhaltigkeitsstrategien von Unternehmen weitreichender ausgestaltet werden und zu größeren Differenzen bei den THG-Emissionsmengen führen.

In der vorliegenden Analyse kann kein signifikantes Einpreisen von Nachhaltigkeitsrisiken physischer und transitorischer Art in der Marktbewertung von Unternehmen festgestellt werden. Da solche Risiken voraussichtlich in einigen Jahren schlagend werden, kann davon ausgegangen werden, dass sich dieser Effekt mit der Zeit in einem Tobin´s Q-Wert messen lassen wird.

Die genannten Ideen für zukünftige Analysen haben das Potenzial, signifikantere Forschungsergebnisse zu liefern und somit die Frage nach einem Zusammenhang zwischen Umweltbemühungen und Rentabilität sowie Marktbewertung von Unternehmen zu beantworten.

Literaturverzeichnis

ARIVA.DE AG. (08.07.2023). *www.boerse.de*. Von https://www.boerse.de/dax-40/Dax-Aktien/DE0008469008 abgerufen

Backhaus, K u.a. (2023). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung (17. Aufl.).* Berlin: Springer.

Bas, E. (2020). Regressionsanalyse. In E. Bas, *Einführung in Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Stochastische Prozesse* (S. 296-314). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Bortz, J. (2005). *Statistik - für Human- und Sozialwissenschaftler (6. Aufl.).* Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Brühl, R. (2012). *Controlling. Grundlagen des Erfolgscontrollings (3. Aufl.).* München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Braun, S. (02.2019). Nachhaltigkeitsberichterstattung. Im Spannungsfeld unterschiedlicher Anforderungen und Interessen. *Ökologisches Wirtschaften, (34)*, 22-24.

Brealey, R., & Myers, S. (1998). *Fundamentals of Corporate Finance.* New York: McGraw-Hill.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (22.09.2022). *www.umweltbundesamt.de*. Von https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/der-europaeische-emissionshandel#teilnehmer-prinzip-und-umsetzung-des-europaischen-emissionshandels abgerufen

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (03.07.2023). *www.umweltbundesamt.de.* Von https://www.umweltbundesamt.de/themen/ipcc-bericht-sofortige-globale-trendwende-noetig abgerufen

Busch, T. u.a. (2020). Corporate Carbon and Financial Performance Revisited. *Organization & Environment, 35(1)*, 154-171.

carbon-connect AG. (08.07.2023). *www.carbon-connect.ch*. Von https://www.carbon-connect.ch/index.cfm/de/loesungen/analyse/co2-bilanz/ abgerufen

Columbia University; Yale University. (2022). *Rangliste der 20 umweltfreundlichsten Länder nach dem Environmental Performance Index (EPI) im Jahr 2022.* New York; New Haven: Statista Research Department.

Covestro AG. (2020). *www.report.covestro.com*. Von https://report.covestro.com/annual-report-2020/management-report/covestro-group-at-a-glance/environmental-protection.html abgerufen

Delmas, M., Nairn-Brich, N., & Lim, J. (2015). Dynamics of environmental and financial performance: The case of greenhouse gas emissions. *Organization & Environment, 28(4)*, 374-393.

Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. (2021). *www.deloitte.com.* Von Wesentliche Änderungen des KAGBs – ESG-Informationspflichten Verankerung der ESG-Informationspflichten im KAGB – Transparenz- und Taxonomie-Verordnung: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/financial-services/Wesentliche%20Änderungen%20des%20KAGBs-ESG-Informationspflichten.pdf abgerufen

Deutsche Börse Group. (05.07.2023). *www.deutsche-boerse.com*. Von https://deutsche-boerse.com/dbg-de/unternehmen/wissen/boersenlexikon/boersenlexikon-article/DAX-242898 abgerufen

Deutsche Bundesbank. (16.07.2023a). *www.bundesbank.de.* Von https://www.bundesbank.de/dynamic/action/de/statistiken/zeitreihen-datenbanken/zeitreihen-datenbank/743264/743264?listId=rt_ssb_m.de.n.p.pc1.pc100.r.i abgerufen

Deutsche Bundesbank. (09.08.2023b). *www.bundesbank.de.* Von https://www.bundesbank.de/dynamic/action/de/statistiken/zeitreihen-datenbanken/zeitreihen-datenbank/723454/723454?tsId=BBSIS.D.I.UMR.RD.EUR.S1311.B.A604.A.R.A.A._Z._Z.A&tsTab=1&listId=www_skms_it01&statisticType=BBK_ITS&startDate=2017-01&id=0&endDate=2023 abgerufen

Deutsche Wohnen SE. (24.05.2021). *www.deutsche-wohnen.com*. Von Deutsche Wohnen und Vonovia unterzeichnen Vereinbarung über Zusammenschluss beider Unternehmen (Pressemitteilung): https://www.deutsche-wohnen.com/ueber-uns/presse-news/pressemitteilungen/deutsche-wohnen-und-vonovia-unterzeichnen-vereinbarung-ueber-zusammenschluss-beider-unternehmen abgerufen

Deutscher Bundestag. (2018). *Rechtsverbindlichkeit des Übereinkommens von Paris. Auf gesetzgeberischer Ebene der EU.* Berlin: Unterabteilung Europa. Fachbereich Europa.

Endres, A., & Rübbelke, D. (2022). *Umweltökonomie (5. Aufl.).* Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.

Europäische Zentralbank, Bankenaufsicht. (2020). *Leitfaden zu Klima- und Umweltrisiken. Erwartungen der Aufsicht in Bezug auf Risikomanagement und Offenlegungen.* Frankfurt am Main: Europäische Zentralbank.

European Environment Agency. (2023). *Preisentwicklung von CO2-Emissionsrechten im europäischen Emissionshandel (EU-ETS) von 2005 bis 2022.* Kopenhagen: Statista Research Department.

Fraunhofer ISE. (08.05.2018). *www.ise.fraunhofer.de.* Von https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/daten-zu-erneuerbaren-energien/Stromerzeugung_2017.pdf abgerufen

Frenz, W. (2021). *Grundzüge des Klimaschutzrechts (2. Aufl.).* Berlin: Erich Schmidt Verlag.

Gladen, W. (2011). *Performance Measurement. Controlling mit Kennzahlen (5. Aufl.).* Wiesbaden: Springer Gabler.

Global Reporting Initiative. (2016). GRI 305: Emissionen 2016. In G. S. Board. Amsterdam: Global Reporting Initiative.

Global Reporting Initiative. (2020). GRI 306 - Abfall 2020. In G. S. (Hrsg.). Amsterdam: Global Reporting Initiative.

Greene, W. (2008). *Econometric Analysis (6. Aufl.).* New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Greenhouse Gas Protocol. (09.07.2023a). *www.ghgprotocol.org*. (World Ressources Intitute; World Business Council for Sustainable Development) Von https://ghgprotocol.org/about-us abgerufen

Greenhouse Gas Protocol. (08.07.2023b). *www.ghgprotocol.org.* Von https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/FAQ.pdf abgerufen

Hackl, P. (2005). *Einführung in die Ökonometrie.* München: Pearson Studium.

Hommelhoff, P. (2022). Großkommentar HGB, 6A, § 289 Rn 12. In S. Grundmann, M. Habersack, & C. Schäfer, *Staub Handelsgesetzbuch Großkommentar (6. Aufl.)* (Bd. 6). Berlin/Boston: Walte de Gruyter GmbH.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change.* Genf: Intergovernmental Panel on Climate Change.

Iwata, H., & Okada, K. (2011). How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms. *Ecological Economics, 70(9)*, 1691-1700.

Kuhne, D. (2015). Multiple Regressionsanalyse als Konzept zur Absatzprognose. In O. Gnasser, & B. Krol, *Markt- und Absatzprognosen: Modelle - Methoden - Anwendung* (S. 27-48). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Lee, K., Min, B., & Yook, K. (2015). The impacts of carbon (CO2) emissions and environmental research and development (R&D) investment on firm performance. *International Journal of Production Economics, 167*, 1-11.

Mercedes-Benz Group AG. (08.07.2023). *www.group.mercedes-benz.com*. Von https://group.mercedes-benz.com/unternehmen/tradition/geschichte/2021.html abgerufen

Misani, N., & Pogutz, S. (2015). Unraveling the effects of environmental outcomes and processes on financial performance: A non-linear approach. *Ecological Economics, 109*, 150-160.

MTU Aero Engines AG. (2023). *www.sustainability.mtu.de*. Von https://sustainability.mtu.de/de/kennzahlen-gri/ abgerufen

NetFederation GmbH. (03.2019). *www.netfed.de.* Von https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1035690/umfrage/unternehmen-mit-den-besten-digitalen-csr-aktivitaeten-in-deutschland/ abgerufen

Perridon, L., Steiner, M., & Rathgeber, A. (2017). *Finanzwirtschaft der Unternehmung (17. Aufl.).* München: Vahlen.

Porsche AG. (29.09.2022). *www.investorrelations.porsche.com*. Von https://investorrelations.porsche.com/de/aktie/ abgerufen

Proppe, D. (2007). Endogenität und Instrumentenschätzer. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter, & J. Wolf, *Methodik der empirischen Forschung (2. Aufl.)* (S. 231-244). Wiesbaden: Gabler Fachverlag.

Ranke, U. (2019). *Klima und Umweltpolitik.* Wiesbaden: Springer Spektrum.

Schedler, B. (2005). *Leistungsmessung in multinationalen Unternehmen.* Wiesbaden: Springer Gabler.

Schneider, H. (2007). Nachweis und Behandlung von Multikollinearität. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter, & J. Wolf, *Methodik der empirischen Forschung (2. Aufl.)* (S. 183-198). Wiesbaden: Gabler Fachverlag.

Schnell, T. (2020). *Ökolabel zwischen Greenwashing und Entscheidungshilfe.* Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Schröder, A. (2007). Prinzipien der Panelanalyse. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter, & J. Wolf, *Methodik der empirischen Forschung (2. Aufl.)* (S. 261-271). Wiesbaden: Gabler Fachverlag.

Siemens Enegry AG. (19.08.2023). *www.siemens-enegry.com*. Von https://www.siemens-energy.com/global/en/company/about.html abgerufen

Siemens Energy AG. (28.09.2020). *www.press.siemens-energy.com*. Von https://press.siemens-energy.com/eu/en/event/initial-listing-siemens-energy abgerufen

Statistisches Bundesamt. (2019). *Pressemitteilung Nr. 477 vom 12. Dezember 2019 .* Wiesbaden: destatis.

Statistisches Bundesamt. (2020). *Pressemitteilung Nr. 496 vom 11. Dezember 2020 .* Wiesbaden: destatis.

Statistisches Bundesamt. (2021). *Pressemitteilung Nr. 564 vom 10. Dezember 2021.* Wiesbaden: destatis.

Statistisches Bundesamt. (2022). *Pressemitteilung Nr. 529 vom 13. Dezember 2022.* Wiesbaden: destatis.

Statistisches Bundesamt. (2023). *www.destatis.de.* Von https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/_Grafik/_Interaktiv/bruttostromerzeugung-erneuerbare-energien.html abgerufen

Thomson Reuters. (28.09.2020). *www.thomsonreuters.com*. (A. Hübner, & C. Steitz, Produzenten) Von https://www.reuters.com/article/deutschland-siemens-energy-idDEKBN26J0YW abgerufen

United Nations. (1998). *Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.* Kyoto: United Nations.

United Nations. (2015). *Übereinkommen von Paris.* Paris: United Nations.

Wang, L., Li, S., & Gao, S. (2013). Do Greenhouse Gas Emissions Affect Financial Performance? - an Empirical Examination aof Australian Public Firms. *Business Strategy and Environment, 23(8)*, 505-519.

World Economic Forum. (2023). *The Global Risks Report 2023. 18th Edition. Insight Report.* Genf: World Economic Forum.

Anhang

Tabelle der t-Verteilungen

Die Tabelle enthält die Quantile der t_n-Verteilung zu verschiedenen Signifikanzniveaus α und Freiheitsgraden n.

n \ α	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001	0,0005	einseitig
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,002	0,001	zweiseitig
1	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6	
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,56	
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,92	
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610	
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,869	
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959	
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,408	
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041	
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781	
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587	
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437	
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318	
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221	
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140	
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073	
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015	
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965	
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,610	3,922	
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883	
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850	
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819	
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792	
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,768	
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745	
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725	
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707	
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690	
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674	
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659	
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646	
32	1,309	1,694	2,037	2,449	2,738	3,365	3,622	
34	1,307	1,691	2,032	2,441	2,728	3,348	3,601	
36	1,306	1,688	2,028	2,434	2,719	3,333	3,582	
38	1,304	1,686	2,024	2,429	2,712	3,319	3,566	
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551	
42	1,302	1,682	2,018	2,418	2,698	3,296	3,538	
44	1,301	1,680	2,015	2,414	2,692	3,286	3,526	
46	1,300	1,679	2,013	2,410	2,687	3,277	3,515	
48	1,299	1,677	2,011	2,407	2,682	3,269	3,505	
50	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	3,261	3,496	
55	1,297	1,673	2,004	2,396	2,668	3,245	3,476	
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460	
65	1,295	1,669	1,997	2,385	2,654	3,220	3,447	
70	1,294	1,667	1,994	2,381	2,648	3,211	3,435	
80	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,416	
90	1,291	1,662	1,987	2,368	2,632	3,183	3,402	
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,174	3,390	
150	1,287	1,655	1,976	2,351	2,609	3,145	3,357	
200	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,131	3,340	

Paneldatensatz als Eingabedatei in die Statistiksoftware „R“ zur Regressionsanalyse

Jahresscheibe 2019

Bloom-berg	Year	Scope1	Scope2_market	Scope3	Waste	ROA	ROE	Tobins_Q	CPI	Umlaufren-dite
ADS	2019	6,62	21,689	15204	2,247	10,8895	29,9985	3,4175	0,014	-0,2
AIR	2019	569,838	357,691	736509	99,28	-1,1864	-17,3514	1,84	0,014	-0,2
ALV	2019	46,745	142,563	152,405	19,396	0,8292	11,7042	1,0168	0,014	-0,2
BASF	2019	17323	3519	99676	2340	9,7069	22,001	1,2342	0,014	-0,2
BAYN	2019	2030	1680	9984	879	3,2341	8,7682	1,1916	0,014	-0,2
BEI	2019	94,175	1,9749	1192,259	34,876	7,5878	12,2851	2,8027	0,014	-0,2
BMW	2019	642,259	302,574	75042,297	780,911	2,2496	8,4288	0,9509	0,014	-0,2
CON	2019	840	240	121820	409,28	-2,9513	-7,3694	1,1799	0,014	-0,2
COV	2019	1290	4620		236	4,8845	10,4654	1,206	0,014	-0,2
DBK	2019	49,712	104,008	1829,26	16,152	-0,4074	-9,6662	0,968	0,014	-0,2
DTE	2019	256,476	1545,54	12819,9	76,114	2,4471	12,3519	1,2191	0,014	-0,2
EOAN	2019	4915,54	4266,97	59562,801	577,272	2,0341	20,8656	1,1604	0,014	-0,2
HNR	2019	0,02836	0,255	8,015	0,16	1,8904	13,3041	1,1437	0,014	-0,2
IFX	2019	264,203	664,77	467,148	45,083	7,1137	11,5392	1,8769	0,014	-0,2
DAI	2019	1239	1276	144409	1249	0,814	3,7727	0,9718	0,014	-0,2
MRK	2019	359,129	305,844	373,304	244	3,2715	7,534	1,6383	0,014	-0,2
MTX	2019	33,1	40,8		8,37	6,5421	21,7037	2,4321	0,014	-0,2
QIA	2019	10,808	10,87	36,513	1,155	-0,7548	-1,6032	2,001	0,014	-0,2
RWE	2019	91700	4720	187200	5117,32	11,814	66,249	0,9976	0,014	-0,2
SIE	2019	768	360	16005	439	3,5786	11,0556	1,2113	0,014	-0,2
ENR	2019	266	175	1500000	145	0,348	1,4797		0,014	-0,2
SHL	2019	137	60	4204	22,3	7,6092	17,0104	2,223	0,014	-0,2
SY	2019	214,05	107,591	3752,33	39,83	5,3535	13,5631	2,7307	0,014	-0,2
VOW	2019	4494,07	3796,23	447225	3219,91	2,935	12,494	0,9544	0,014	-0,2
VNA	2019	584,788	0,894	138,152	486,287	2,2425	6,1686	1,119	0,014	-0,2
ZAL	2019	5,904	2,271	271,908	22,114	2,6352	6,1671	3,2477	0,014	-0,2

Paneldatensatz als Eingabedatei in die Statistiksoftware „R“ zur Regressionsanalyse

Jahresscheibe 2020

Bloom-berg	Year	Scope1	Scope2_market	Scope3	Waste	ROA	ROE	Tobins_Q	CPI	Umlaufren-dite
ADS	2020	6,748	20,008	11638,4	1,853	2,0703	6,5203	3,4536	0,005	-0,47
AIR	2020	469,862	312,841	443403	74,879	-1,0093	-18,2448	1,5806	0,005	-0,47
ALV	2020	31,475	100,722	75,315	14,395	0,6573	8,7932	1,0018	0,005	-0,47
BASF	2020	18395	3279	91386	2210	-1,2676	-2,8182	1,3203	0,005	-0,47
BAYN	2020	2010	1570	8858	937	-8,6357	-26,9586	1,1437	0,005	-0,47
BEI	2020	93,057	1,24	1086,927	33,512	5,5284	9,102	2,4877	0,005	-0,47
BMW	2020	642,885	84,257	65100,898	775,459	1,6978	6,2804	0,9389	0,005	-0,47
CON	2020	780	210	108040	341,513	-2,3402	-6,9557	1,3024	0,005	-0,47
COV	2020	1210	4240	18901,5	175	3,7558	8,489	1,3206	0,005	-0,47
DBK	2020	41,458	76,846	1603,3	13,302	0,0377	0,2639	0,9726	0,005	-0,47
DTE	2020	235,261	2276,61	13881	78,414	1,9091	12,2965	1,1322	0,005	-0,47
EOAN	2020	3561,56	6086,05	108211	1325	1,0514	14,5037	1,1961	0,005	-0,47
HNR	2020	0,02394	0,231	1,772	0,126	1,2368	8,2058	1,066	0,005	-0,47
IFX	2020	229,89	634,858	742,743	41,073	2,0686	4,1702	2,0139	0,005	-0,47
DAI	2020	1027	1035	102237	1025	1,2333	5,9442	1,004	0,005	-0,47
MRK	2020	1706,3	304,28	307,405	231	4,6423	11,4238	2,0545	0,005	-0,47
MTX	2020	39,1	35,7		7,04	1,7518	5,6868	2,0897	0,005	-0,47
QIA	2020	10,068	9,631	32,429	1,183	6,4688	13,4668	2,5496	0,005	-0,47
RWE	2020	70366	2566	18183,301	3911,35	1,5834	5,8279	1,1005	0,005	-0,47
ENR	2020	221	71	932198	146	-3,647	-11,986	1,038	0,005	-0,47
SIE	2020	524	177	507691	397	2,94	9,5367	1,4033	0,005	-0,47
SHL	2020	105	36	3889	44,6	6,0658	12,6735	2,1394	0,005	-0,47
SY	2020	299,119	1,36	2011,85	226,201	5,1606	13,0537	3,084	0,005	-0,47
VOW	2020	4335,5	2802,03	368259	2489,03	1,8001	7,5608	0,9476	0,005	-0,47
VNA	2020	487,059	1,437	149,121	520,306	5,4982	15,21	1,171	0,005	-0,47
ZAL	2020	8,191	1,125	4526,11	25,167	4,1762	11,7905	4,2513	0,005	-0,47

Paneldatensatz als Eingabedatei in die Statistiksoftware „R“ zur Regressionsanalyse

Jahresscheibe 2021

Bloom-berg	Year	Scope1	Scope2_market	Scope3	Waste	ROA	ROE	Tobins_Q	CPI	Umlaufren-dite
ADS	2021	12,908	125,502	7254,51	32,951	9,7986	30,287	2,8518	0,031	-0,39
AIR	2021	561,737	265,016	476092	69,66	3,8804	52,9571	1,7362	0,031	-0,39
ALV	2021	28,699	54,689	55,359	12,064	0,6011	8,2227	1,0042	0,031	-0,39
BASF	2021	18668	2464	101396	2470	6,5877	14,8229	1,1825	0,031	-0,39
BAYN	2021	1930	1240	8942	1001	0,8437	3,1475	1,1094	0,031	-0,39
BEI	2021	99,693	1,569	1079,412	29,393	5,9338	9,733	2,2062	0,031	-0,39
BMW	2021	699,713	134,849	121705	829,498	5,5502	18,3088	0,931	0,031	-0,39
CON	2021	820	230	108880	405,249	3,8131	11,7263	1,1797	0,031	-0,39
COV	2021	980	4440	21842,199	264	11,3423	24,2953	1,1782	0,031	-0,39
DBK	2021	32,991	47,068	1992,71	13,413	0,1785	3,4394	0,9737	0,031	-0,39
DTE	2021	218,731	27,85	14776	86,636	1,5281	10,6258	1,1362	0,031	-0,39
EOAN	2021	3709,87	5730	100377	2054,5	4,3608	55,2597	1,165	0,031	-0,39
HNR	2021	0,16532	2,062	2,104	0,169	1,5956	10,7634	1,0998	0,031	-0,39
IFX	2021	298,246	695,432	1190,27	48,646	5,1574	12,1682	2,5493	0,031	-0,39
DAI	2021	681	466	123035	651	8,4338	34,6889	1,0014	0,031	-0,39
MRK	2021	1522,21	321,042	5717,29	214	7,0103	15,9597	2,7053	0,031	-0,39
MTX	2021	39,9	11,4		6,8	2,7062	8,483	1,8317	0,031	-0,39
QIA	2021	11,054	9,822	396,485	2,434	8,5315	17,3928	2,544	0,031	-0,39
RWE	2021	86900	2700	22729,4	4544,4	0,7069	4,4457	1,0625	0,031	-0,39
SIE	2021	386	208	469271	275,5	4,6804	15,2973	1,5019	0,031	-0,39
ENR	2021	206	67	1373900	145	-1,0393	-3,0301	1,0387	0,031	-0,39
SHL	2021	106	39	3266	25,3	5,1356	11,9851	2,1175	0,031	-0,39
SY	2021	285,332	2,327	1953,85	281,463	5,9594	13,659	3,2618	0,031	-0,39
VOW	2021	4740,87	2422,14	364180	2496,48	2,9993	12,3002	0,9675	0,031	-0,39
VNA	2021	468,979	1,726	143,849	562,339	2,7207	8,1723	1,045	0,031	-0,39
ZAL	2021	7,69	2,414	5578,96	31,019	3,5021	10,7315	3,3809	0,031	-0,39

Paneldatensatz als Eingabedatei in die Statistiksoftware „R“ zur Regressionsanalyse

Jahresscheibe 2022

Bloom-berg	Year	Scope1	Scope2_market	Scope3	Waste	ROA	ROE	Tobins_Q	CPI	Umlaufren-dite
ADS	2022	21,856	142,293	7523,54	32,246	2,8845	9,7842	1,8753	0,069	1,12
AIR	2022	555	207	425501	73,751	3,8091	37,8926	1,6424	0,069	1,12
ALV	2022	30,953	30,49	92,467	10,839	0,6188	9,5574	1,0284	0,069	1,12
BASF	2022	16499	2958	92000	2210	-0,7297	-1,5604	1,0224	0,069	1,12
BAYN	2022	1910	1120	8900	1038	3,3861	11,561	1,0697	0,069	1,12
BEI	2022	90,349	1,322	1034,279	30,299	6,3856	10,3029	2,3387	0,069	1,12
BMW	2022	694,057	91,3	116587	818,387	7,5311	22,2192	0,8705	0,069	1,12
CON	2022	760	230	105890	401,316	0,1811	0,5229	0,9456	0,069	1,12
COV	2022	990	3930	16950	254	-1,804	-3,6802	0,9902	0,069	1,12
DBK	2022	25,11	30,751	1669,37	11,978	0,4153	8,376	0,9701	0,069	1,12
DTE	2022	212	21	12300	91,109	2,7579	17,5389	1,1478	0,069	1,12
EOAN	2022	2880	5830	103580	543,5	1,4431	13,0898	1,063	0,069	1,12
HNR	2022					1,9289	13,4328	1,2114	0,069	1,12
IFX	2022	312,076	574,595	2143,685	52,891	8,6733	18,2046	1,5711	0,069	1,12
DAI	2022	569	94	123083	622	5,579	18,4296	0,9242	0,069	1,12
MRK	2022	1425	242	6616	371	7,0851	14,0738	2,0865	0,069	1,12
MTX	2022	47,6	9,6		7,95	3,7757	11,5815	1,8445	0,069	1,12
QIA	2022	13,73	2,882	312,912	2,198	6,8069	12,8966	2,2722	0,069	1,12
RWE	2022	89600	2800	22100	4721,32	1,9348	12,6874	1,0085	0,069	1,12
SIE	2022	393	189	457605	257,5	2,5599	8,0017	1,1978	0,069	1,12
ENR	2022	188	27	1328090	139	-0,8477	-2,5135	0,8223	0,069	1,12
SHL	2022	129	51	4363	31	4,4684	11,2731	1,6005	0,069	1,12
SY	2022	294,391	0	1566,24	245,617	3,8821	8,3097	2,3692	0,069	1,12
VOW	2022	4460	2110	395617	3125,75	2,8268	10,5715	0,8631	0,069	1,12
VNA	2022	547,11	1,015	376,93	520,368	-0,6211	-2,0047	0,8638	0,069	1,12
ZAL	2022	5,512	0,588	5875,26	32,528	0,2314	0,7605	1,8558	0,069	1,12

Eidesstattliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Als Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder in ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.“

Essen, den 27.08.2023 _____