CARIMA



HANDBUCH 2019

Carbon Risiken und Financed Emissions von Finanztiteln und Portfolios

Quantifizierung, Management und Reporting auf der Basis von Kapitalmarktdaten

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Universität Augsburg
Wirtschaftswissenschaftliche
Fakultät

verein für umweltmanagement
und nachhaltigkeit
in finanzinstituten e.v.

HANDBUCH 2019

Carbon Risiken und Financed Emissions von Finanztiteln und Portfolios

Quantifizierung, Management und Reporting auf der Basis von Kapitalmarktdaten

HERAUSGEBER





Lehrstuhl für Finanz- und Bankwirtschaft
Universität Augsburg
Universitätsstr. 16
86159 Augsburg
Tel: +49 821 598 4124
Fax: +49 821 598 4223
marco.wilkens@wiwi.uni-augsburg.de
wiwi.uni-augsburg.de/bwl/wilkens

Verein für Umweltmanagement und
Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (VfU e.V.)
Ravenspurgerstr. 41
86150 Augsburg
Tel: +49 821 419 036 86
info@vfu.de
vfu.de

AUTORINNEN UND AUTOREN

Prof. Dr. Marco Wilkens (Universität Augsburg)
Maximilian Görgen (VfU e.V. und Universität Augsburg)
Andrea Jacob (Universität Augsburg)
Martin Nerlinger (Universität Augsburg)
Prof. Dr. Dr. Bernd Wagner (VfU e.V.)
Henrik Ohlsen (VfU e.V.)
Dr. Sven Remer (VfU e.V.)

GRAFIKDESIGN UND LAYOUT

Büroecco Kommunikationsdesign GmbH
Völkstraße 29
86150 Augsburg
Tel: +49 821 45 03 52 0
Fax: +49 821 45 03 52 11
office@bueroecco.com
bueroecco.com

Das Projekt Carbon Risk Management (CARIMA; Förderkennzeichen: 01LA1601)
wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Dokument das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich auch adressiert. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Stand: Juni 2019



Universität Augsburg
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Lehrstuhl für Finanz- und Bankwirtschaft an der Universität Augsburg

Prof. Dr. Marco Wilkens und die Mitarbeiter seines Lehrstuhls beschäftigen sich in Forschung und Lehre mit verschiedenen Themen der Finanz- und Bankwirtschaft. Der Lehrstuhl kooperiert sowohl mit der Finanzpraxis als auch mit vielen nationalen und internationalen Kollegen. Hierzu zählen bislang zum Beispiel die Deutsche Bundesbank, die Deutsche Finanzagentur, Research Affiliates, KPMG, verschiedene Börsen und Banken und Kollegen der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, der Universität Passau, der Queens University in Kanada, der Macquarie University sowie der University of Sydney in Australien.

In der Forschung konzentrieren sich die Mitarbeiter des Lehrstuhls insbesondere auf folgende Bereiche und veröffentlichten hierzu bereits über 100 Publikationen in sowohl wissenschaftlichen als auch anwendungsorientierten nationalen und internationalen Fachzeitschriften:

Sustainable Finance
mit Fokus auf Climate Finance, beispielsweise:
- Quantifizierung und Management von Carbon Risiken auf der Basis von Kapitalmarktdaten
- Berücksichtigung von Financed Emissions im Asset Management
- Rendite und Risiko „grüner“ Investments

Investmentfonds, beispielsweise:
- Performance-Messung und Performance-Attribution von konventionellen und nachhaltigen Fonds
- Einsatz von Derivaten im Fondsmanagement

Financial Engineering, beispielsweise:
- Bewertung verschiedener Formen von Finanzinnovationen und Derivaten

Kapitalmarktorientiertes Risikomanagement, beispielsweise:
- Quantifizierung und Management verschiedener Marktrisiken in Finanztiteln

Der Lehrstuhl wird sich künftig primär auf die Bereiche Sustainable Finance mit Fokus auf Climate Finance und Investmentfonds konzentrieren.

Prof. Dr. Marco Wilkens ist unter anderem Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des Vereins für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (VfU).



verein für umweltmanagement
und nachhaltigkeit
in finanzinstituten e.v.

Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V.

Der Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (VfU) ist ein Unternehmensnetzwerk von 50 Finanzdienstleistern aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zum Thema CSR und Sustainable Finance.

Der Verein bietet Fachkräften aus Finanzinstituten eine Plattform für Information und Peer-Learning im Themenfeld CSR und Sustainable Finance. Daneben entwickelt der VfU Tools und Vorgehensweisen für den Umgang mit den finanzsektorspezifischen Chancen und Herausforderungen, die mit Nachhaltigkeit assoziiert sind. So trägt der VfU zum Kompetenzaufbau und zur Förderung der Nachhaltigkeit im – und über den – Finanzsektor bei.

Inhaltliche Schwerpunktbereiche der Arbeit des VfU drehen sich um die Integration von Nachhaltigkeit in die Prozesse des Kerngeschäfts, ESG und Non-Financial Risk Management, Transparenz und Berichterstattung und die verschiedenen Handlungsfelder im Rahmen der Unternehmerischen Verantwortung (CSR).





Danksagung

Wir bedanken uns bei dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) für die Bereitstellung der finanziellen Mittel zur Umsetzung unseres Vorhabens und die hervorragende Kooperation während der Projektlaufzeit. Im Besonderen sind wir Dr. Horst Steg, Dr. Nannette Lindenberg, Hardy Reuter und Ann-Christin Fuhrmann für die wertvolle Unterstützung zu Dank verpflichtet. Darüber hinaus gilt unser besonderer Dank allen Interviewpartnern, den Teilnehmern der beiden CARIMA-Workshops und der Review-Schleifen.

Besonders dankbar sind wir darüber hinaus allen weiteren Mitarbeitern des Lehrstuhls, die uns regelmäßig in verschiedener Hinsicht unterstützt haben.

Hierzu zählen insbesondere PD Dr. Martin Rohleder, Lukas Benz, Michaela Goller, Stefan Paulus, Hendrik Tentesch, René Weh und Jonas Zink. Ebenso danken wir den studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften Laurin Constantin Claas, Moritz Dobler, Fabian Friedl, Silas Göpfert, Stefan Alexander Jacob, Philip Peusch und Felix Wagon sowie den beiden Werkstudenten des VfU Robert Gonda und Martin Hillenbrand.

Unserem Koautor Prof. Dr. Ryan Riordan (Queens University in Kanada) danken wir für die fruchtbare Zusammenarbeit bei der Erarbeitung unseres gemeinsamen Papers „Carbon Risk“.

Abschließend danken wir Roman Schellmoser, Doris Reißner und Alex Baier der Büroecco Kommunikationsdesign GmbH für die gute Zusammenarbeit im Zuge der Gestaltung des Handbuchs.

Augsburg, im Juni 2019

Inhalt

Impressum 4

Über uns 6

Danksagung 9

Vorwort 12

Executive Summary 15

1 Einleitung 17

1.1 Übergeordnete Fragestellung und konkretes Ziel 18

1.2 Aufbau des Handbuchs 23

1.3 Hinweise für die praktische Anwendung 25

2 Carbon Beta – Ein kapitalmarktorientiertes Maß zur Quantifizierung von Carbon Risiken (und Carbon Chancen) 27

2.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels 28

2.2 Ökonomische Erklärung des Carbon Betas 29

2.3 Ermittlung des Carbon Betas über Faktormodelle 32

2.4 Praktische Berechnung des Carbon Betas mit dem Carbon Risiko Faktor *BMG* 37

3 Bestimmung des Carbon Betas für Assets verschiedener Anlageklassen 43

3.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels 44

3.2 Grundlegende Hinweise zum Excel-Tool 46

3.3 Aktien* 51

3.4 Case Study: Zeitvariable Carbon Betas von Aktien 62

3.5 Unternehmensanleihen* 64

3.6 Kredite 74

3.7 Portfolios* 81

3.8 Fonds* 94

4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten 101

4.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels 102
4.2 Ermittlung des Carbon Risikos auf Länder- und Sektorenebene* 103
4.3 Case Study: Carbon Risiko im Banken- und Finanzsektor* 112
4.4 Steuerung und Hedging von Carbon Risiken* 116
4.5 Best-in-class Ansatz auf Basis des Carbon Risikos* 122
4.6 Factor Investing unter Berücksichtigung von Carbon Risiken* 126
4.7 Fundamentalanalyse des Carbon Risikos eines Unternehmens 132
4.8 Case Study: Ein „braunes" Portfolio im Stresstest 136
4.9 Reporting von Carbon Risiken und Financed Emissions 142

5 Ermittlung und Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG* 149

5.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels 150
5.2 Modul A: Zusammenstellung und Aufbereitung von ESG- und Kapitalmarktdaten zu einem Master-Datensatz 154
5.3 Modul B: Fundamentale Einschätzung des Carbon Risikos ausgewählter Unternehmen mit dem Brown-Green-Score *BGS* 158
5.4 Modul C: Berechnung des Carbon Risiko Faktors *BMG* 168
5.5 Modul D: Empirische Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG* 184

6 Ausblick 189

7 Anhang 193

Literaturverzeichnis 194
Abbildungsverzeichnis 198
Tabellenverzeichnis 200
Verzeichnis der Infoboxen 201
Wissensdatenbank 202
Paper: „Carbon Risk" 203
Zentrale Arbeitsschritte und Auszeichnungen von CARIMA 204

Vorwort

Die Begrenzung des Klimawandels gilt als eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Mit dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Forschungsprojekt Carbon Risk Management (CARIMA) soll ein Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderung geleistet werden. Konkret sollen mit CARIMA die für Finanztitel und Portfolios bestehenden Risiken und Chancen aus dem Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy quantifiziert und handhabbar gemacht werden. Der rationale Umgang mit diesen „Carbon Risiken" ist eine Voraussetzung dafür, dass die Einhaltung des 2°C-Ziels unter Vermeidung unnötiger gesellschaftlicher Wohlfahrtsverluste gelingen kann.

Das für die Dauer von zwei Jahren angelegte Forschungsprojekt CARIMA hat nun seine Endphase erreicht. Das vorliegende Handbuch fasst die wesentlichen Ergebnisse der zwei Jahre Projektarbeit (und mehr als zwei Jahre Projektvorlaufzeit) zusammen. In erster Linie richtet es sich an die Akteure in der Finanzwirtschaft – und hier sowohl an den Privatanleger, der „nur" für sein privates Portfolio das Carbon Risiko „mal eben schnell" berechnen möchte, als auch an den professionellen Portfolio Manager, der die grundsätzliche Vorgehensweise in seinen Asset Management-Prozess übernehmen möchte. Darüber hinaus adressiert CARIMA aber auch weitere Stakeholder-Gruppen wie Unternehmen, Regulatoren, Politik und nicht zuletzt Wissenschaftler. Durch das CARIMA-Konzept soll ihnen ein Instrument zur Quantifizierung und zum Management von Carbon Risiken sowie Carbon Chancen zur Verfügung gestellt werden.

Für uns haben sich im Verlauf der Arbeit an CARIMA verschiedene zentrale Erkenntnisse ergeben, die wir an dieser Stelle gerne teilen möchten:

Mit dem Ziel unseres Projektes, das Carbon Risiko von Finanztiteln und Portfolios zu quantifizieren, wurden wir unter anderem von Vertretern der Finanzwirtschaft und der Zivilgesellschaft sowie der Politik und Regulatorik stets mit großem Interesse empfangen. In zahlreichen Gesprächen mit diesen Stakeholder-Gruppen wurde schnell deutlich, dass man sich sowohl der Relevanz als auch der praktischen Herausforderung einer adäquaten Quantifizierung des Carbon Risikos durchaus bewusst ist. Dennoch sah man oft keinen Ansatzpunkt, es konkret fassen beziehungsweise gar in Zahlen messbar machen zu können. Es wäre vermessen zu glauben, dass wir mit CARIMA diese Problematik vollumfassend und für jeden Zweck gelöst hätten. Wir sind aber durchaus zuversichtlich, einen Beitrag zur Erreichung dieses Ziels zu leisten.

Eine weitere zentrale Erkenntnis aus den vielen Gesprächen ist, dass die Erwartungen über die künftige Entwicklung des Transitionsprozesses der Wirtschaft äußerst heterogen sind. Genau in dieser Heterogenität und Unsicherheit der Erwartungen und Einschätzungen zeigen sich die Risiken und Chancen, die wir mit CARIMA zu quantifizieren beabsichtigen. Die Heterogenität in den Erwartungen deutet aber zugleich darauf hin, dass seitens der Politik noch viel getan werden kann, damit alle Beteiligten eine bessere Einschätzung der zu erwartenden Transition der Wirtschaft entwickeln können. Der Umstand, dass dies aktuell offensichtlich nicht der Fall ist, mag zwar die Relevanz von CARIMA erhöhen, läuft aber einem erfolgreichen Transitionsprozess

der Wirtschaft unter Vermeidung unnötiger Wohlfahrtsverluste zuwider.

Zugleich erlangten wir aus diesen zahlreichen Gesprächen die wichtige Erkenntnis, dass praktisch alle Gesprächspartner dasselbe Ziel haben: Den Klimawandel mit geeigneten Maßnahmen einzudämmen. Sehr heterogen waren allerdings die Vorstellungen darüber, welche Rolle dabei der Finanzsektor (im weitesten Sinne) übernehmen kann und soll. Für einen erfolgreichen Transitionsprozess der Wirtschaft scheint es daher unerlässlich, dass noch mehr Zeit und Mühe aufgewendet wird, die Möglichkeiten des Einbezugs des Finanzsektors rational und systematisch zu eruieren und mit allen Stakeholder-Gruppen zu diskutieren. Nur so kann erreicht werden, dass alle Beteiligten letztendlich an einem Strang ziehen.

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. CARIMA leistet einen Beitrag zur Quantifizierung und zum Management von Risiken aus dem Transitionsprozess der Wirtschaft.

Abschließend ist uns der Hinweis wichtig, dass CARIMA nur ein Baustein auf dem Weg zu einer nachhaltigen Wirtschaft sein kann. Bei aller Relevanz des Klimawandels sollte nicht vergessen werden, dass es viele weitere Herausforderungen auf dem Feld der Nachhaltigkeit gibt, die zügig von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zu bearbeiten sind. In diesem Zusammenhang sei auf die Sustainable Development Goals (SDGs) hingewiesen, die neben der Eindämmung des Klimawandels noch 16 weitere Nachhaltigkeitsziele definieren. Viele der damit verbundenen Baustellen werden ebenso zu einem wie auch immer gearteten Transitionsprozess der Wirtschaft führen. Insofern liegt es nahe, CARIMA in konzeptioneller Hinsicht auch hier anzuwenden, etwa wenn umfangreiche Transitionen der Wirtschaft mit Blick auf den Artenschutz, die Wasserversorgung, die Plastikvermeidung und die Kreislaufwirtschaft erfolgen.

Wir hoffen, mit CARIMA einen kleinen Beitrag zur Lösung dieser großen Herausforderungen der Menschheit zu leisten – und werden auch weiterhin daran arbeiten, Beiträge auf diesem wichtigen Gebiet zu erbringen.





PROF. DR. DR. BERND WAGNER

Resource Lab, WZU – Wissenschaftszentrum Umwelt, Universität Augsburg, Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V.

PROF. DR. MARCO WILKENS

Lehrstuhl für Finanz- und Bankwirtschaft, Universität Augsburg

Abbildung 1: Module des CARIMA-Konzeptes

CARIMA

A. Master-Datensatz

4 Datenbanken
785 ESG-Variablen
10 Kapitalmarktvariablen
~ 40.000 Unternehmen



~ 7.000 Unternehmen
~ 35.000 Unternehmen
~ 10.000 Unternehmen
~ 3.000 Unternehmen

B. Scoring Konzept

55 Carbon Risiko Proxy Variablen:
- 19 zur Wertschöpfungskette
- 26 zur Anpassungsfähigkeit
- 10 zur Außenwahrnehmung

GRUPPENINDIKATOREN

WERT-SCHÖPFUNGS-KETTE	ANPASSUNGS-FÄHIGKEIT	AUßEN-WAHR-NEHMUNG
z.B. Carbon Footprint	z.B. Strategie-ziele	z.B. Ratings

Brown-Green-Score *BGS*

C. Carbon Risiko Faktor *BMG*

624 „braune" Unternehmen
484 „grüne" Unternehmen

$$BMG_t = Rendite\ „brauner"\ Unternehmen_t - Rendite\ „grüner"\ Unternehmen_t$$

D. Faktormodell

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t}$$

Carbon Beta
als Maß für das Carbon Risiko

E. Anwendungen

- Aktien
- Anleihen
- Kredite
- Portfolios
- Aktien- u. Anleihenfonds
- Länderaggregation
- Sektorenaggregation
- Reporting
- Fundamentalanalyse
- Stresstests
- Factor Investing
- Best-in-class Ansätze
- Hedging
- Case Studies
- etc.

Executive Summary

Der zur Bekämpfung des Klimawandels erforderliche Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy ist für die Geschäftsmodelle praktisch aller Unternehmen sowie der korrespondierenden Werte von Finanztiteln und Wertpapierportfolios mit vielfältigen und teilweise erheblichen Risiken und Chancen verbunden. Diese „Carbon Risiken" quantifizierbar und handhabbar zu machen, ist eine zentrale Voraussetzung, um gesellschaftliche Wohlfahrtsverluste im Zuge des Transitionsprozesses zu vermeiden. Das Projekt „Carbon Risk Management" (CARIMA) leistet mit der Entwicklung eines kapitalmarktorientierten Konzeptes („CARIMA-Konzept") zur Messung, zur Quantifizierung und zum Management von Carbon Risiken und Financed Emissions einen Beitrag zur Erreichung des 2°C-Ziels.

In Abbildung 1 wird das CARIMA-Konzept mit seinen fünf Modulen A bis E im Überblick dargestellt.

Modul A: Master-Datensatz

Der Ausgangspunkt der Entwicklung und praktischen Umsetzung des CARIMA-Konzeptes ist ein umfangreicher Master-Datensatz. Das Handbuch beschreibt, wie hierfür Daten von Thomson Reuters ESG, MSCI ESG-Stats und IVA-Ratings, Sustainalytics ESG Ratings und CDP aufbereitet und mit Kapitalmarktdaten aus Thomson Reuters Datastream verknüpft werden. Der generierte Master-Datensatz umfasst für circa 40.000 Unternehmen eine Vielzahl von ESG- und Kapitalmarktvariablen.

Modul B: Scoring Konzept

Dieses Modul beschreibt zunächst die Auswahl von 55 Carbon Risiko Proxy Variablen, die eine fundamentale Abschätzung darüber ermöglichen, ob die Werte der Unternehmen (beziehungsweise deren Aktienkurse) von unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft eher positiv oder negativ beeinflusst werden. Diese 55 Variablen werden über drei Wirkungskanäle des Carbon Risikos den Gruppenindikatoren „Wertschöpfungskette", „Anpassungsfähigkeit" und „Außenwahrnehmung" zugeordnet.

Über ein Scoring Konzept werden im nächsten Schritt die Informationen aus den 55 Variablen zu den drei Gruppenindikatoren verdichtet, um aus ihnen anschließend für jedes Unternehmen einen Brown-Green-Score *BGS* zu berechnen. Diese Kennzahl Brown-Green-Score *BGS* liefert letztlich eine fundamentale Einschätzung der Richtung und Stärke der Wertänderungen von Unternehmen bei unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy.

Modul C: Carbon Risiko Faktor *BMG*

Auf der Grundlage des Brown-Green-Scores *BGS* werden insgesamt 624 „braune" Unternehmen und 484 „grüne" Unternehmen identifiziert. Diese Unternehmen werden anschließend einem von zwei fiktiven Aktienportfolios zugeordnet: Ein Portfolio besteht aus Aktien „brauner" Unternehmen und ein Portfolio besteht aus Aktien „grüner" Unternehmen. Für diese beiden Aktienportfolios wird dann eine Zeitreihe historischer Portfoliorenditen berechnet.

Die Differenz dieser beiden Zeitreihen ergibt den Carbon Risiko Faktor *BMG* („Brown-Minus-Green"). Der Carbon Risiko Faktor *BMG* entspricht einer Zeitreihe historischer

Renditen einer Investition in „braune“ Aktien bei gleichzeitigem (Leer-)Verkauf „grüner“ Aktien. Das Modul beschreibt, wie die Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* im Detail erfolgt.

Modul D: Faktormodell

In diesem Modul wird dargelegt, wie auf der Basis des Carbon Risiko Faktors *BMG*, der wie zuletzt beschrieben auf der Grundlage fundamentaler Daten von circa 1.000 Aktien erstellt wurde, nun das Carbon Risiko praktisch aller Aktien und anderer Finanztitel sowie daraus bestehender Portfolios relativ einfach abgeschätzt werden kann.

Dafür werden die in der Finanzpraxis und Wissenschaft weit verbreiteten Faktormodelle genutzt. Zur konkreten Abschätzung des Carbon Risikos ist lediglich eine einfache Regressionsanalyse durchzuführen. Als zu erklärende Variable werden nur die historischen Renditen der Finanztitel oder der Portfolios benötigt, für die der Anwender das Carbon Risiko ermitteln möchte. Die Renditezeitreihen der erklärenden Variablen, wie die des Carbon Risiko Faktors *BMG* und der weiteren Faktoren, sind frei im Internet verfügbar.

Als Maß für das Carbon Risiko ergibt sich nach Durchführung der Regressionsschätzung das Carbon Beta. Das Carbon Beta gibt die Einschätzung des Kapitalmarktes bezüglich des Carbon Risikos des jeweiligen Finanztitels beziehungsweise des Portfolios wieder.

Hervorzuheben ist, dass für die Ermittlung des Carbon Betas keine weiteren, schwer zu beschaffenden Daten eines Finanztitels erforderlich sind, wie zum Beispiel die CO_2-Emissionen eines Unternehmens.

Modul E: Anwendungen

Modul E liefert eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für das Carbon Beta. Das Carbon Beta kann für verschiedene Anlageklassen wie Aktien, Unternehmensanleihen, Kredite, Portfolios und Fonds bestimmt werden. Es sind darüber hinaus verschiedenartige Länder- und Sektorenaggregationen und entsprechende Analysen möglich. Das Carbon Beta kann für das Reporting von klimawandelrelevanten Informationen wie auch für Fundamentalanalysen von Aktien genutzt werden. Es lassen sich auf Basis des Carbon Betas Szenarien für Stresstests für die Werte von Finanztiteln und Portfolios generieren. Im Portfolio Management kann das Carbon Beta in Anlagestrategien wie dem Factor Investing und den Best-in-class Ansätzen integriert sowie zur Steuerung und zum Hedging von Carbon Risiken verwendet werden. Die genannten Anwendungsmöglichkeiten werden im Handbuch ausführlich beschrieben und mit beispielhaften Excel-Anwendungen unterlegt.

Das CARIMA-Konzept für verschiedene Anwendergruppen

Das Handbuch liefert alle notwendigen Informationen sowohl für Anwender des Carbon Risiko Faktors *BMG*, die auf dieser Basis „nur“ die Carbon Betas als Carbon Risiko-Maß schätzen möchten, als auch für fortgeschrittene Anwender, die den Carbon Risiko Faktor *BMG* selbst generieren und auch validieren wollen.

Durch die öffentliche Bereitstellung des Carbon Risiko Faktors *BMG* kann jeder Anwender direkt in Kapitel 2 am Modul D ansetzen und das Carbon Risiko von Finanztiteln und Portfolios selbst einfach und schnell bestimmen, da lediglich die historische Renditezeitreihe des jeweiligen Finanztitels oder Portfolios benötigt wird.

Die weiteren Erläuterungen der Module A bis D in Kapitel 5 des Handbuchs richten sich insbesondere an fortgeschrittene Anwender, die auf mehr Ressourcen zurückgreifen können und das CARIMA-Konzept an ihre individuellen Bedürfnisse anpassen und weiterentwickeln möchten.



1

Einleitung

1.1 Übergeordnete Fragestellung und konkretes Ziel

Die Welt hat sich darauf verständigt, den Klimawandel zu bekämpfen. Wegweisend hierfür ist das Pariser Klimaabkommen als Ergebnis der UN-Klimakonferenz 2015 (Conference of the Parties (COP) 21). Im Rahmen dieses Abkommens einigten sich mehr als 195 Nationen darauf, den Temperaturanstieg auf unter 2°C – vorzugsweise auf unter 1,5°C – über vorindustriellem Niveau zu begrenzen (Vereinte Nationen, 2015). Drei Jahre später wurde im Rahmen der COP24 in Kattowitz das Pariser Klimaabkommen durch ein Regelwerk zur Umsetzung ergänzt und somit in seiner Zielsetzung nochmals bestärkt.

Rolle der CO_2-Emissionen für den Klimawandel

Zentral für die Erreichung des 2°C-Zieles ist die Reduktion von CO_2-Emissionen, da diese eine der Hauptursachen für den Temperaturanstieg und damit den Klimawandel darstellen (IPCC, 2014a). Um 2°C kompatibel zu sein, müsste Europa gegenüber 1990 über 80 Prozent an Emissionen bis 2050 reduzieren (Europäische Kommission, 2018). So hat sich zum Beispiel die deutsche Bundesregierung zum Ziel gesetzt, die Emissionen bis 2050 um 80 bis 95 Prozent zu verringern (BMU, 2016). Nichtsdestotrotz war die jährliche Wachstumsrate der globalen CO_2-Emissionen auch im Jahr 2017 positiv (United Nations Environment Programme, 2018).

Der Weltklimarat geht davon aus, dass selbst bei Einhaltung der ausgearbeiteten Klimaschutzbeiträge aller Länder, der Nationally Determined Contributions (NDCs), global jährlich 55 Gt CO_2 bis zum Jahre 2030 ausgestoßen werden (IPCC, 2018). Um aber das 2°C-Ziel zu erreichen, dürften jährlich nur 39 Gt CO_2 ausgestoßen werden. Dies entspricht einer „Emissionslücke“ von 16 Gt CO_2 pro Jahr (IPCC, 2018). Zum Vergleich: die Summe der Emissionen von China und den USA in 2010 entspricht in etwa diesen 16 Gt CO_2 (Rogelj et al., 2016). Aktuell wird daher davon ausgegangen, dass bei Einhaltung der NDCs die globale Erwärmung zwischen 2045 und 2075 den Wert von 2°C übersteigen wird (Rogelj et al., 2016). Dies wird voraussichtlich sehr negative Konsequenzen für Wirtschaft und Gesellschaft haben (IPCC, 2018; IPCC, 2014b). Das zeigt, wie notwendig ein Umdenken und entsprechender Wandel in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft zur Eindämmung des Klimawandels sind.

Risiken und Chancen für die Geschäftsmodelle von Unternehmen

Mit diesem Wandel einhergehend werden sich die Geschäftsmodelle von Unternehmen ändern (müssen). Kohlenstoffbasierte („braune“) Geschäftsmodelle werden voraussichtlich an Bedeutung verlieren, während („grüne“) Geschäftsmodelle wegen ihrer geringen Emissionen profitieren werden. Daraus folgt wiederum, dass erwartungsgemäß viele „braune“ Unternehmen an Wert verlieren werden oder sogar ihre Geschäftstätigkeit aufgeben müssen. Andere wiederum werden voraussichtlich deutlich an Wert gewinnen beziehungsweise mit „grünen“ Geschäftsmodellen neu entstehen.

Vermögensverluste aufgrund von Stranded Assets

Eine inzwischen sehr bekannte Ursache für den Verfall von Unternehmenswerten wird in Stranded Assets gesehen. Ausgehend vom anvisierten 2°C-Ziel darf wie oben beschrieben nur eine bestimmte Menge an Emissionen freigesetzt werden. Diese Menge stellt das sogenannte „Carbon Budget“ der Welt dar (Carbon

Tracker Initiative, 2011; Rogelj et al., 2016; Luderer et al., 2018; IPCC, 2018). Die bekannten und zum großen Teil auch erschlossenen fossilen Reserven übersteigen dieses Budget aber deutlich. Um innerhalb des Carbon Budgets zu bleiben, dürften weltweit ein Drittel der Ölreserven, die Hälfte an Gasreserven und über 80 Prozent der Kohlereserven nicht mehr genutzt werden (McGlade und Ekins, 2015). Diese Reserven gelten somit als „stranded". Als zumindest potentiell „stranded" können somit auch Investitionen in fossile Projekte und Technologien gelten (Mercure et al., 2018).

Aktuell ist zumindest nicht auszuschließen, dass Teile dieser nicht mehr nutzbaren Assets noch in den Bilanzen der Unternehmen stehen und sich darüber hinaus in den Marktwerten der Aktien widerspiegeln. In einer Studie von Mercure et al. (2018) wird unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien ein daraus resultierender globaler Wohlfahrtsverlust von ein bis vier Billionen US-Dollar vorausgesagt. Dieser Verlust wäre vergleichbar mit dem geschätzten Verlust im Zusammenhang mit der Finanzkrise 2008 (Mercure et al., 2018). Im Ergebnis müssen also die Werte vieler Unternehmen deutlich nach unten korrigiert werden, wenn Politik und Gesellschaft das 2°C-Ziel ernst nehmen.

Unsicherheit über den erwarteten Transitionsprozess

Der Umfang der Stranded Assets hängt also unter anderem davon ab, wie konsequent die Gesellschaft und vor allem die Politik weltweit die Erreichung des 2°C-Zieles verfolgen. Ändert sich die politische Stimmung, ändert sich auch das Volumen der Stranded Assets, was sich zugleich in Veränderungen der Unternehmenswerte widerspiegelt. Das ist eine Ursache für das im Rahmen von CARIMA adressierte Risiko.

Letztendlich hängen damit die heutigen und künftigen Unternehmenswerte von der erwarteten Entwicklung des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy ab: Wird der Transitionsprozess gegenüber der aktuellen Erwartung beschleunigt, um doch noch das 2°C-Ziel oder sogar 1,5°C-Ziel zu erreichen, so reduzieren sich die Werte der kohlenstoffbasierten Unternehmen tendenziell. Die Werte der kohlenstoffarmen Unternehmen werden demgegenüber tendenziell davon profitieren. Verlangsamt sich der Transitionsprozess hingegen unerwartet, tritt der umgekehrte Fall ein.

Vermeidung von Wohlfahrtsverlusten

Eine zentrale Herausforderung für die Politik sollte es sein, den Transitionsprozess der Wirtschaft so zu gestalten, dass sich daraus möglichst geringe Risiken für die Unternehmenswerte ergeben. Nur so können unnötige gesamtgesellschaftliche Wohlfahrtsverluste vermieden werden, die sich anderenfalls aus einer unstrukturierten Transition der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy ergeben würden. Darüber hinaus ist es zwangsläufig wichtig, die durch die Unsicherheit im Transitionsprozess entstehenden Risiken bestmöglich einschätzbar und somit handhabbar zu machen.

Zentrales Ziel von CARIMA

An diesem Punkt setzt das Projekt Carbon Risk Management (CARIMA) an. Zentrales Ziel von CARIMA ist es, genau diese Art von Risiken und Chancen für Unternehmenswerte, die sogenannten Carbon Risiken, zu quantifizieren.

Das wiederum gilt als Voraussetzung dafür, dass die Risiken und Chancen aus dem Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy effizient gehandhabt werden können. Mit anderen Worten soll CARIMA insbesondere zur Einhaltung des 2°C-Ziels unter Vermeidung unnötiger Wohlfahrtsverluste beitragen.

Relevanz der Risiken aus dem Transitionsprozess

Dass die Quantifizierung der Carbon Risiken wichtig ist, zeigt folgende Überlegung: Insgesamt beträgt der Wert des Eigenkapitals aller gelisteten Unternehmen an den Börsen rund 75 Billionen US-Dollar (Stand: Dezember, 2018; World Federation of Exchanges, 2019). Davon entfallen circa 18,2 Prozent (13,6 Billionen US-Dollar) auf Europa, wobei die Deutsche Börse eine Marktkapitalisierung von 1,8 Billionen US-Dollar aufweist (Stand: Dezember, 2018; World Federation of Exchanges, 2019). Die Marktkapitalisierung Deutschlands entspricht damit beeindruckenden 44 Prozent der Wirtschaftsleistung (BIP) des Landes (Stand: Dezember 2018). Diese Größenordnungen verdeutlichen, dass bereits ein Wertverlust von nur wenigen Prozentpunkten drastische ökonomische Auswirkungen haben würde. Hinzu kommen die Risiken für das Fremdkapital dieser börsennotierten Unternehmen sowie die Risiken für die Werte nicht-börsennotierter Unternehmen.

Die Auswirkungen der Unsicherheit des Transitionsprozesses treffen praktisch alle Finanzmarktteilnehmer, denn die Risiken für die Unternehmenswerte spiegeln sich direkt in den Risiken für alle von den Unternehmen emittierten Finanztiteln wider, wie beispielsweise Aktien, Anleihen, Kredite und hybride Finanztitel. Da all diese Finanztitel wiederum Bestandteil verschiedener Portfolios von unter anderem Investmentfonds, Pensionsfonds, Rentenkassen, Lebensversicherungen und privaten Investoren sind, sind diese Portfolios den Risiken ebenso ausgesetzt.

In besonderer Weise sind darüber hinaus die Unternehmen des Finanzsektors über die Vergabe von Krediten betroffen. Über diesen Weg gelangen die Risiken letztlich auch zu den Einlegern der Banken beziehungsweise zu den Staaten, die im Falle drohender Insolvenzen die Banken regelmäßig mit dem Geld der Steuerzahler retten.

Es geht um die Wohlfahrt für alle Menschen

Im Besonderen sind aber die für Unternehmen existenzgefährdenden Risiken beunruhigend. Diese treffen letztlich nicht nur Aktionäre und Kreditgeber, sondern auch Arbeitnehmer, Zulieferer und Konsumenten. Insofern ist es an dieser Stelle sehr wichtig darauf hinzuweisen, dass CARIMA nicht „nur“ einen Beitrag zum Erhalt von Finanzvermögen leisten soll.

Viel wichtiger ist, dass im Rahmen des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy keine unnötigen negativen realwirtschaftlichen Effekte aufgrund eines unangemessenen Umgangs mit den verbundenen Risiken des Transitionsprozesses entstehen. Diese würden letztlich die Wohlfahrt aller Menschen negativ beeinflussen.



Fundamentale Ansätze zur Quantifizierung der Risiken und Chancen aus dem Transitionsprozess

Wie können die Risiken und Chancen aus dem Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy grundsätzlich quantifiziert werden? Ein möglicher Ansatz ist, die Carbon Risiken über Fundamentalanalysen für jedes Unternehmen einzeln oder für jeden Unternehmenssektor insgesamt abzuschätzen. Voraussetzung für diese Analysen sind Überlegungen dahingehend, wie sich die Unternehmenswerte in Abhängigkeit von externen, für den Transitionsprozess relevanten Einflussfaktoren ergeben, wie etwa den künftigen Preisen für CO_2-Zertifikate oder einer CO_2-Steuer. Diesem Ansatz folgen in prinzipieller Hinsicht beispielsweise das climateXcellence-Tool (der CO-Firm), der Klimarisikoscanner (von Ecofys, dem Global Climate Forum und Triple A Risk Finance), das PACTA/Terra-Modell (der 2° Investing Initiative) und das Climate Value-at-Risk Modell (von Carbon Delta).

Im Prinzip basiert das CARIMA-Konzept auf den Ergebnissen aller fundamentalen Ansätze zur Abschätzung der Carbon Risiken.

Solche Überlegungen und Einschätzungen der Risiken und Chancen werden ebenso von einer Vielzahl professioneller Aktienanalysten im Rahmen von Unternehmensbewertungen durchgeführt. Sie sind damit Grundlage für Entscheidungen verschiedenster Investorengruppen bezüglich des Kaufs oder Verkaufs von Aktien und – was für CARIMA noch wichtiger ist – beeinflussen so laufend die Kurse von Aktien. Mit anderen Worten spiegeln sich in den sich permanent ändernden Aktienkursen auch die Einschätzungen der Analysten bezüglich des erwarteten Transitionsprozesses der Wirtschaft wider.

Börsenkurse als Indikator für die Beurteilung der Klimapolitik

Insofern geben die Börsenkurse von Aktien jederzeit wieder, von welcher Geschwindigkeit des Transitionsprozesses der Wirtschaft die Marktteilnehmer aktuell ausgehen und damit, welcher Klimapfad von der Gesellschaft erwartet wird. Die diesbezüglichen Veränderungen

der Aktienkurse können somit auch als Indikator für die Beurteilung der Klimapolitik herangezogen werden.

CARIMA – ein kapitalmarktorientierter Ansatz

Der zentrale Ansatz von CARIMA besteht darin, gerade die Schwankungen der Aktienkurse zu nutzen, um daraus die Risiken und Chancen für einzelne Aktien und entsprechende Portfolios abzuleiten. Das CARIMA-Konzept leitet die Carbon Risiken also direkt aus den historischen Aktienkursen am Kapitalmarkt ab, denn dort werden permanent die neuen Informationen bezüglich der Erwartungen der Marktteilnehmer an den Transitionsprozess der Wirtschaft verarbeitet.

Insofern besteht also zwischen dem kapitalmarktorientierten Ansatz von CARIMA und den vielen fundamentalen Ansätzen kein Widerspruch. Im Gegenteil, die Anwendung fundamentaler Analysen ist eine notwendige Bedingung dafür, dass sich diese Risiken und Chancen über die historischen Aktienkurse quantifizieren lassen.

Das CARIMA-Konzept kann die fundamentalen Ansätze also nicht ersetzen. Es weist jedoch gegenüber den fundamentalen Ansätzen für zahlreiche Anlegergruppen verschiedene Vorteile auf. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass sich über das CARIMA-Konzept die Risiken und Chancen des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy wesentlich leichter und ohne detaillierte klimawandelrelevante Informationen über die jeweiligen Unternehmen abschätzen lassen.

1.2 Aufbau des Handbuchs

Das Handbuch beinhaltet die Darstellung des CARIMA-Konzeptes und diverse beispielhafte Anwendungsmöglichkeiten. Nachfolgend werden die Inhalte der weiteren Kapitel des Handbuchs kurz skizziert.

Kapitel 1 – Einleitung

Nach der thematischen Hinführung zur übergeordneten Fragestellung und der zentralen Zielsetzung von CARIMA in Abschnitt 1.1 wird in diesem Abschnitt 1.2 ein Überblick über die Kapitel des Handbuchs gegeben. Anschließend werden einige praktische Hinweise für die Verwendung des Handbuchs sowie zur Verfügbarkeit zusätzlicher Materialien in Abschnitt 1.3 gegeben. In diesem Abschnitt finden sich auch Informationen zum Excel-Tool, das dieses Handbuch begleitet.

Kapitel 2 – Carbon Beta – Ein kapitalmarktorientiertes Maß zur Quantifizierung von Carbon Risiken (und Carbon Chancen)

Kapitel 2 stellt das CARIMA-Konzept unter Vernachlässigung technischer und methodischer Details allgemeinverständlich dar. Nach einem Überblick über das zweite Kapitel in Abschnitt 2.1 wird in Abschnitt 2.2 zunächst die zentrale Kennzahl „Carbon Beta“ als Maß für das Carbon Risiko für Aktien ausführlich erklärt. Eine Übertragung auf andere Finanztitel erfolgt in Kapitel 3. In Abschnitt 2.3 wird gezeigt, wie das Carbon Beta konkret berechnet werden kann. Hierfür werden sogenannte „Faktormodelle“ verwendet, die in diesem Abschnitt so erklärt werden, dass sie von jedem Anwender in ökonomischer Hinsicht verstanden und genutzt werden können. Ein zentraler Baustein für die Anwendung der Faktormodelle ist der im Rahmen des CARIMA-Projekts berechnete und öffentlich zur Verfügung gestellte Carbon Risiko Faktor *BMG* (Brown-minus-Green). Eine ausführliche Erklärung des Carbon Risiko Faktors *BMG* erfolgt später in Kapitel 5. Im letzten Abschnitt 2.4 werden praktische Hinweise für die Anwendung des Carbon Risiko Faktors *BMG* gegeben, um die Nachvollziehbarkeit und praktische Anwendbarkeit des CARIMA-Konzeptes zu verbessern.

Kapitel 3 – Bestimmung des Carbon Betas für Assets verschiedener Anlageklassen

Kapitel 3 erläutert die Berechnung des Carbon Betas für unterschiedliche Anlageklassen. Neben Aktien können die Carbon Betas für Unternehmensanleihen, Kredite, Portfolios und Fonds bestimmt werden. Damit liefert CARIMA ein einheitliches Konzept, das auf unterschiedlichste Anlageklassen zur Quantifizierung von Carbon Risiken anwendbar ist. Nach der Erläuterung der Ziele und des Aufbaus von Kapitel 3 in Abschnitt 3.1 werden in Abschnitt 3.2 grundlegende Hinweise zum Excel-Tool gegeben. Abschnitt 3.3 stellt die Vorgehensweise zur Ermittlung und Interpretation des Carbon Betas für Aktien sowie die Umsetzung im Excel-Tool vor. Abschnitt 3.4 beinhaltet eine Case Study, die die Veränderungen der Carbon Betas über die Zeit betrachtet. Die Quantifizierung des Carbon Betas für Unternehmensanleihen und Kredite wird in Abschnitt 3.5 und Abschnitt 3.6 behandelt. Abschnitt 3.7 behandelt die Schätzung des Carbon Betas auf Portfolioebene. Praktische Beispiele und das Excel-Tool veranschaulichen die Vorgehensweise. In Abschnitt 3.8 werden abschließend die Anwendungsmöglichkeiten des CARIMA-Konzeptes für Fonds vorgestellt.

Kapitel 4 – Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Kapitel 4 widmet sich dem Management und Reporting von Carbon Risiken von Finanztiteln und Portfolios. Abschnitt 4.1 gibt zunächst einen Überblick über Ziele und Aufbau des Kapitels. Der folgende Abschnitt 4.2 betrachtet das Carbon Beta auf Länder- und Sektorenebene genauer. Dies ist vor allem für politische und regulatorische Entscheidungsorgane sowie institutionelle Portfolio Manager von Interesse. Die Ergebnisse werden im Excel-Tool nachgebildet. Darauf aufbauend erfolgt in Abschnitt 4.3 eine empirische Analyse des Carbon Risikos im Banken- und Finanzsektor in Form einer Case Study. Die folgenden drei Abschnitte stellen unterschiedliche Anlagestrategien auf Basis des Carbon Betas vor. Abschnitt 4.4 erläutert Strategien zur Steuerung und zum Hedging des Carbon Risikos, Abschnitt 4.5 stellt einen Best-in-class Ansatz basierend auf dem Carbon Beta vor und Abschnitt 4.6 behandelt das Factor Investing unter Berücksichtigung von Carbon Risiken. Diese Anlagestrategien werden auch im Excel-Tool umgesetzt. In Abschnitt 4.7 wird das Carbon Beta mit der Fundamentalanalyse von Unternehmen verknüpft. Abschnitt 4.8 beinhaltet eine Case Study zu Stresstests eines beispielhaften „braunen“ Portfolios. Abschnitt 4.9 widmet sich dem Reporting von Carbon Risiken und Financed Emissions.

Das CARIMA-Konzept ist für verschiedenste Anlageklassen und Fragestellungen universell einsetzbar.

Kapitel 5 – Ermittlung und Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Kapitel 5 wendet sich primär an fortgeschrittene Anwender, die die verwendete Methodik des CARIMA-Konzeptes noch genauer verstehen und den Carbon Risiko Faktor *BMG* unter Berücksichtigung unternehmensspezifischer Gesichtspunkte selbst generieren möchten. Nach einer kurzen Übersicht über das Kapitel in Abschnitt 5.1 werden die vier wesentlichen Module des CARIMA-Konzeptes im Detail erläutert. Abschnitt 5.2 geht auf die Zusammenstellung und Aufbereitung von Carbon Risiko Proxy Variablen und Kapitalmarktdaten ein, die zur Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* notwendig sind. Die fundamentale Beurteilung ausgewählter Unternehmen erfolgt durch das Scoring Konzept, das in Abschnitt 5.3 erläutert wird. Die Berechnung und Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* wird im Detail in Abschnitt 5.4 dargelegt. Abschnitt 5.5 enthält verschiedene Analysen, mit denen die empirische Validität des Faktormodells überprüft werden kann.

Kapitel 6 – Ausblick

Kapitel 6 liefert ein Fazit und Anregungen für Erweiterungen des CARIMA-Konzepts.

1.3 Hinweise für die praktische Anwendung

Im Weiteren werden die praktischen Hilfestellungen und Materialien beschrieben, die im Rahmen von CARIMA zur Verfügung gestellt werden. Darüber soll die Nachvollziehbarkeit der hier dargestellten Ergebnisse gewährleistet und die Möglichkeit geschaffen werden, die Konzeptidee selbstständig anzuwenden, nach eigenen Zwecken zu modifizieren und zu erweitern.

Projekt-Webseite

Die Projekt-Webseite https://carima-project.de enthält alle wichtigen Informationen zum Projekt sowie die öffentlich verfügbaren Materialien. Hierzu gehören das Handbuch in Deutsch und Englisch, das Excel-Tool, der Carbon Risiko Faktor *BMG* auf monatlicher und täglicher Basis sowie die Wissensdatenbank.

Handbuch

Das vorliegende Handbuch legt das CARIMA-Konzept in verständlicher Form dar und beschreibt verschiedene praktische Anwendungsbeispiele. Das Handbuch ist sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verfügbar. Beide Versionen sind im PDF-Format auf der Projekt-Webseite frei zugänglich.

Infoboxen im Handbuch

Innerhalb der Kapitel findet der Leser „Infoboxen“. Diese erläutern grundlegende Inhalte in einer in sich geschlossenen Form, die für das Verständnis des CARIMA-Konzeptes an verschiedenen Stellen hilfreich sind.

Case Studies im Handbuch

Darüber hinaus sind manche Kapitel mit Case Studies angereichert, die in sich geschlossene beispielhafte Analysen beinhalten.

Einbindung des Excel-Tools in das Handbuch

Viele Anwendungen werden durch das Excel-Tool veranschaulicht. Jeder Abschnitt des Handbuchs, das mit dem Excel-Tool unterlegt ist, ist durch ein Symbol (*) gekennzeichnet. Darüber hinaus wird auf einer überblicksartigen Seite die Umsetzung in Excel erläutert.

Excel-Tool

Das Excel-Tool ergänzt das Handbuch mit dem Ziel, die Inhalte des Handbuchs leichter nachvollziehbar zu machen. Zudem bietet das Excel-Tool die Möglichkeit zur einfachen Berechnung und Implementierung eigener Beispiele und weiterführender Ideen. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Bestandteile und Funktionen des Excel-Tools findet sich in den jeweiligen Abschnitten des Handbuchs.

Das Excel-Tool ist in drei wesentliche Bereiche unterteilt: Erstens die Darstellung des im Rahmen von CARIMA entwickelten und öffentlich zur Verfügung gestellten Carbon Risiko Faktors *BMG* (siehe auch Kapitel 2 beziehungsweise Kapitel 5 des Handbuchs), zweitens die Implementierung des CARIMA-Konzeptes für verschiedene Anlageklassen (siehe auch Kapitel 3) sowie drittens die prinzipielle Umsetzung verschiedener Anwendungen zum Management des Carbon Risikos (siehe auch Kapitel 4). Im weiteren Verlauf des Handbuchs finden sich auch beispielhafte Abbildungen aus dem Excel-Tool.

Carbon Risiko Faktor *BMG*

Zur Bestimmung des Carbon Betas, dem Maß für das Carbon Risiko, wird der Carbon Risiko Faktor *BMG* benötigt. Ohne einen solchen Faktor ist die kapitalmarktorientierte Quantifizierung von Carbon Risiken über Faktormodelle nicht möglich. Der im Rahmen dieses Projekts konzipierte und empirisch ermittelte Carbon Risiko Faktor *BMG* wird auf monatlicher und täglicher Basis (für den Zeitraum von 2010 bis 2018) kostenlos über die Projekt-Webseite zur Verfügung gestellt. Dieses Angebot stellt sicher, dass jeder Interessierte das Carbon Beta von Finanztiteln und Portfolios eigenständig berechnen kann. In diesem Handbuch und dem Excel-Tool wird zur Veranschaulichung der monatliche Carbon Risiko Faktor *BMG* verwendet.

Wissensdatenbank

Zur theoretischen Fundierung sowie zur Sammlung von Anregungen für weiterführende praktische Anwendungen findet sich auf der Projekt-Webseite eine systematisierte Auflistung der bisher vorliegenden Literatur mit direktem und indirektem Bezug zu CARIMA. Diese Wissensdatenbank enthält neben zahlreicher wissenschaftlicher auch praxisorientierte Literatur.

Wissenschaftliches Paper

Eine wissenschaftliche Darstellung der Basis des CARIMA-Konzeptes findet sich im Working Paper „Carbon Risk“, das online verfügbar ist (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2930897). Das Working Paper wurde auf renommierten internationalen Konferenzen, wie dem Annual Meeting der American Economic Association (AEA) 2019 und der European Financial Association (EFA) 2018, vorgestellt und diskutiert. Darüber hinaus wurde es in verschiedenen Research Seminaren diskutiert, wie etwa dem Seminar der Europäischen Kommission und der Deutschen Bundesbank. Das Working Paper wurde mit dem Highest Impact Award auf dem Green Summit Liechtenstein 2017 und dem Best Paper Award des Southwestern Finance Association Annual Meetings 2018 ausgezeichnet. Eine vollständige Auflistung der bisherigen zentralen Arbeitsschritte und Auszeichnungen von CARIMA findet sich im Anhang.



2

Carbon Beta – Ein kapitalmarktorientiertes Maß zur Quantifizierung von Carbon Risiken (und Carbon Chancen)

2.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels

In diesem Kapitel wird das CARIMA-Konzept in möglichst allgemeinverständlicher Art unter Vernachlässigung technischer und methodischer Details dargestellt. Damit soll das notwendige ökonomische Verständnis vermittelt werden, das für die Abschätzung und das Management von Carbon Risiken mithilfe des CARIMA-Konzeptes notwendig ist.

Ziel des Kapitels

Durch die Darstellungen in diesem Kapitel soll dem Anwender ermöglicht werden, das Carbon Risiko von Finanztiteln und Portfolios mithilfe des zur Verfügung gestellten Carbon Risiko Faktors *BMG* eigenständig zu quantifizieren. Eine in methodischer und empirischer Hinsicht wesentlich ausführlichere Darstellung dieser Inhalte findet sich in Kapitel 5 dieses Handbuchs.

Um die Darstellungen so verständlich wie möglich zu gestalten, wird in diesem Kapitel exemplarisch gezeigt, wie das Carbon Risiko für einzelne Aktien bestimmt werden kann. Die Leistungsfähigkeit des CARIMA-Konzeptes zeigt sich aber insbesondere bei der Bestimmung des Carbon Risikos von Portfolios, worauf die Ausführungen in diesem Kapitel 2 aber eins zu eins übertragbar sind. Dies wird später in den Kapiteln 3 und 4 gezeigt, in denen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten vorgestellt und erläutert werden.

Aufbau des Kapitels

In Abschnitt 2.2 wird zunächst die Zielgröße des CARIMA-Konzeptes in ökonomischer Hinsicht erklärt: das Carbon Beta als Maß für das Carbon Risiko eines Finanztitels.

Wie Anwender das Carbon Beta konkret berechnen können, wird in Abschnitt 2.3 erläutert. Es wird gezeigt, wie mittels des bereitgestellten Carbon Risiko Faktors *BMG* das Carbon Beta mithilfe von in der Finanzpraxis üblichen Faktormodellen sehr einfach berechnet werden kann. Der Anwender braucht hierfür lediglich die historische Renditezeitreihe der betreffenden Aktie, alle weiteren für die Berechnung benötigten Daten sind kostenlos im Internet verfügbar.

Abschnitt 2.4 gibt eine Reihe praktischer Hinweise, die für die Anwendung des Carbon Risiko Faktors *BMG* und die Interpretation der damit gewonnenen Ergebnisse hilfreich sind.

Die zentralen Rechenschritte werden auch anhand eines einfachen Excel-Tools veranschaulicht, das dem Anwender ebenso über die CARIMA-Webseite zur Verfügung steht.

2.2 Ökonomische Erklärung des Carbon Betas

Wie bereits in Kapitel 1 beschrieben, bietet das CARIMA-Konzept die Möglichkeit, die Risiken für Unternehmen und entsprechende Finanztitel sowie Portfolios zu quantifizieren, die sich aus der Unsicherheit des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy ergeben. Das zentrale Maß zur Quantifizierung der Risiken ist das Carbon Beta. Abbildung 2 enthält die über das CARIMA-Konzept berechneten Carbon Betas für einige bekannte Unternehmen.

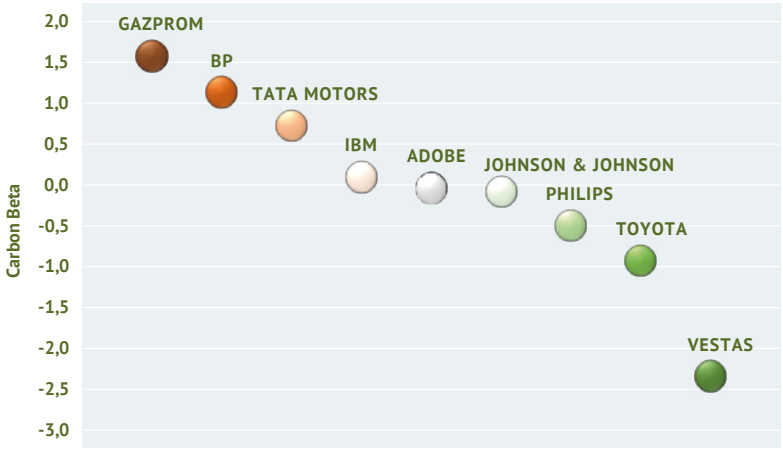


Abbildung 2: Carbon Betas einzelner Aktien

Aus Abbildung 2 wird deutlich, dass „braune“ Unternehmen ein positives Carbon Beta aufweisen. Je höher das Carbon Beta, desto „brauner“ ist ein Unternehmen. Demgegenüber haben „grüne“ Unternehmen ein negatives Carbon Beta. Je negativer diese Zahl ist, desto „grüner“ ist das Unternehmen. Schließlich gibt es Unternehmen mit einem Carbon Beta um Null. Diese Unternehmen werden als „neutral“ bezeichnet.

Was ist damit gemeint, dass ein Unternehmen im Rahmen von CARIMA als „grün“ oder „braun“ bezeichnet wird? Die Antwort darauf wird nachfolgend an fiktiven Beispielen erläutert.

Bedeutung des Carbon Betas

Angenommen die nächsten Wahlen führen weltweit dazu, dass grüne Parteien unerwartet viele Wählerstimmen bekommen, sodass sie die Regierungen in den wichtigsten Industrienationen bilden. Sollte dies passieren, würden die meisten Menschen plötzlich davon ausgehen, dass Maßnahmen des Klimaschutzes schneller umgesetzt werden als bis dato erwartet.

Dies wiederum würde zu geänderten Erwartungen bezüglich der künftigen Gewinne von Unternehmen führen, die in unterschiedlicher Weise von diesem unerwarteten Ereignis betroffen wären. So würden die erwarteten Gewinne von Unternehmen, deren Geschäftsmodell in großem Umfang auf der Verbrennung fossiler Brennstoffe beruht, nach unten korrigiert und in Folge würden auch ihre Aktienkurse sinken. Hingegen würden die erwarteten Gewinne und damit Aktienkurse von Unternehmen, deren Geschäftsmodell etwa auf erneuerbaren Energien basiert, tendenziell steigen.

Das Carbon Beta schätzt letztendlich genau diese Auswirkungen solcher möglichen unerwarteten Veränderungen im Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy für die verschiedenen Unternehmen ab. Je höher der absolute Wert für das Carbon Beta ist, desto größer sind die Auswirkungen auf den Aktienkurs, wenn sich die Erwartungen an den Transitionsprozess der Wirtschaft ändern.

Carbon Betas quantifizieren Risiken und Chancen

Aus diesen Ausführungen wird deutlich, dass das CARIMA-Konzept nicht nur das Risiko von Verlusten quantifiziert, sondern auch die Chance auf Gewinne. Wenn im Weiteren also von Risiken die Rede ist, werden darunter grundsätzlich nicht nur negative Ereignisse (also Risiken im herkömmlichen Sprachgebrauch), sondern auch positive Ereignisse erfasst (also Chancen im herkömmlichen Sprachgebrauch). Das Carbon Beta ist diesbezüglich vergleichbar mit der in der Finanzpraxis weitverbreiteten Kennzahl der Volatilität (Standardabweichung) von Aktienrenditen. Auch diese Kennzahl subsummiert Chancen und Risiken.

Carbon Risiken existieren bei „braunen" und „grünen" Unternehmen

Carbon Risiken existieren bei „braunen" und „grünen" Unternehmen, wie folgendes Beispiel zeigt. Angenommen es stellt sich plötzlich und unerwartet heraus, dass sich die mittlere Temperatur auf der Welt in den nächsten Jahren doch nicht erhöht, sondern sogar stark zurückgeht, dann hätte dies sicherlich zur Folge, dass die Erwartungen hinsichtlich Art und Umfang des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy nach unten revidiert würden. In Analogie zu der oben dargestellten Logik würden sich dann die Kurse „grüner" Aktien (zum Beispiel Aktien von Unternehmen, die auf klimafreundliche aber gegebenenfalls – noch – teurere Technologien oder Energieträger setzen) tendenziell verringern, die Kurse „brauner" Aktien (zum Beispiel Aktien von Unternehmen, die auf klimaschädliche aber gegebenenfalls – noch – billigere Technologien oder Energieträger setzen) würden sich dagegen tendenziell erhöhen.

Ein ähnlicher Effekt könnte eintreten, wenn plötzlich Technologien entwickelt würden, mit denen Carbon (CO_2) sehr kostengünstig aus der Atmosphäre herausgefiltert werden könnte. Auch dann würden sich die Erwartungen bezüglich der Gewinne von „braunen" und „grünen" Unternehmen und damit deren Aktienkurse in unterschiedlicher Weise ändern.

Zusammenfassend ermöglicht das CARIMA-Konzept also die Quantifizierung von Risiken (und Chancen) für die Werte von Finanztiteln und daraus bestehenden Portfolios im Zusammenhang mit unerwarteten Änderungen bezüglich des Transitionsprozesses der Wirtschaft in beide Richtungen – einerseits führt die Beschleunigung des Transitionsprozesses zu Risiken (und Chancen), die das CARIMA-Konzept abbilden kann. Andererseits wird auch die Verlangsamung des Transitionsprozesses im Hinblick auf die verbundenen Risiken (und Chancen) erfasst.

Auch saubere Unternehmen können ein positives Carbon Beta aufweisen

Es ist nicht überraschend, dass die Carbon Betas von im Sprachgebrauch „braunen" Aktien in der Regel mehr oder weniger positiv und die Carbon Betas von „grünen" Aktien mehr oder weniger negativ sind. Es kann aber durchaus auch sein, dass ein Unternehmen, das selbst keine fossilen Brennstoffe nutzt, also „sauber" ist, ebenfalls ein positives Carbon Beta aufweist, per CARIMA-Definition also auch zu den „braunen" Unternehmen gehört.

Dies könnte dann der Fall sein, wenn das Unternehmen in großem Umfang auf „braune" Vorprodukte angewiesen ist oder ein Zulieferer für „braune" Unternehmen ist. In diesem Fall wäre zu erwarten, dass beispielsweise eine

unerwartete Beschleunigung des Transitionsprozesses der Wirtschaft auch bei diesem eigentlich „sauberen“ Unternehmen zu Gewinnrückgängen führt, da dieses Unternehmen wiederum von Unternehmen abhängt, deren Wert und Geschäftsmodell durch die unerwartete Beschleunigung negativ betroffen sind.

Umgekehrt könnte es auch sein, dass ein „braunes“ Unternehmen ein Carbon Beta um Null hat. Dies könnte zum Beispiel der Fall sein, wenn erwartet wird, dass das Unternehmen mit geringem Aufwand in der Lage ist, sich in ein „grünes“ Unternehmen zu transformieren, sofern dies erforderlich wird. Dies könnte der Fall sein, wenn es bereits erste Maßnahmenpläne zur Umsetzung der eigenen Transformation beschlossen oder sogar konkrete Maßnahmen eingeleitet hat.

Das Carbon Beta ist die aggregierte Abschätzung des Carbon Risikos aus Sicht des Kapitalmarktes.

Damit wird noch einmal deutlich, dass das CARIMA-Konzept nicht auf die Frage abzielt, welches Unternehmen das Klima mehr oder weniger über den Ausstoß von CO_2 beeinflusst. Im Fokus steht stattdessen die Frage, welches Unternehmen von Unsicherheiten im Zuge des Transitionsprozesses der Wirtschaft in welche Richtung und in welchem Umfang betroffen ist. Die Beeinflussung des Klimas wird hingegen über die Financed Emissions quantifiziert.

Berechnung des Carbon Betas

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden die Carbon Betas von knapp 40.000 Unternehmen weltweit berechnet. Für einzelne Unternehmen können diese Berechnungen ebenso von jedem Anwender des CARIMA-Konzeptes sehr einfach und sehr schnell durchgeführt werden.

Dafür sind insbesondere keine fundamentalen Informationen zu Unternehmen – wie zum Beispiel ihre Carbon Footprints – erforderlich. Das Carbon Beta ergibt sich letztendlich auf der Grundlage des öffentlich zur Verfügung gestellten Carbon Risiko Faktors *BMG* in Verbindung mit der Durchführung einer linearen Regression, die mit jedem Tabellenkalkulationsprogramm sehr leicht und schnell realisierbar ist. Einzig die historische Zeitreihe der Renditen der Aktie (oder des zu untersuchenden Aktienportfolios) muss der Anwender dafür vorgeben, was im Allgemeinen unproblematisch ist. Der „Trick“ ist, dass mit dieser Vorgehensweise die Informationen über Carbon Risiken aus den historischen Aktienkursen weltweit genutzt werden können.

Aber wer bestimmt dann letztlich eigentlich das Carbon Beta? Die Antwort ist einfach: Alle Käufer und Verkäufer der betrachteten Aktien und Portfolios, mithin alle Aktienanalysten und andere am Kapitalmarkt Beteiligte weltweit, denn sie bestimmen die Veränderungen von Aktienkursen weltweit, aus denen letztlich der Carbon Risiko Faktor *BMG* berechnet wird.

Carbon Betas spiegeln das Carbon Risiko „nach Einschätzung des Kapitalmarkts“ wider

Insofern kann man auch sagen, dass das Carbon Beta im Prinzip die aggregierte Abschätzung des Carbon Risikos (aller Beteiligten) am Kapitalmarkt ist. Wie diese Vorgehensweise im Detail funktioniert und wie verlässlich sie ist, wird im Weiteren ausführlich dargestellt. Es ist darauf hinzuweisen, dass auch das CARIMA-Konzept nur eine Einschätzung des Carbon Risikos liefern kann. Wie auch bei anderen Ansätzen, sollte diese Einschätzung je nach Zweck der Anwendung immer auch kritisch reflektiert werden.

2.3 Ermittlung des Carbon Betas über Faktormodelle

Im Weiteren wird erklärt, wie Anwender des CARIMA-Konzeptes das Carbon Beta von Aktien konkret berechnen können. Hierfür sieht das CARIMA-Konzept die Anwendung von in der Finanzpraxis üblichen Faktormodellen vor.

Faktormodelle als Ausgangspunkt zur Berechnung der Carbon Betas

Ein typisches Faktormodell (siehe hierzu die Infobox 1 zu Faktormodellen), das sowohl in der Finanzpraxis als auch in der Wissenschaft weit verbreitet ist, ist das Carhart Vierfaktorenmodell. Dieses Modell wird um den Carbon Risiko Faktor „Brown-Minus-Green“ (*BMG*) erweitert, sodass es folgende Form hat:

Die zentrale Idee von Faktormodellen besteht darin, dass die Renditen von Aktien und damit auch das Gesamtrisiko von Aktien in verschiedene Komponenten zerlegt werden können. Eine dieser Komponenten ist nun die Sensitivität des Wertes der Aktien in Folge unerwarteter Veränderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft. Das gesuchte Carbon Beta β_i^{bmg} als Maß für das Carbon Risiko einer Aktie ergibt sich rechnerisch über eine einfach durchzuführende multiple lineare Regression nach diesem Faktormodell.

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t} \qquad (1)$$

Mit:

- $er_{i,t}$ = Rendite der Aktie des Unternehmens i abzüglich Rendite einer risikolosen Anlage in Periode t (Überschussrendite).
- $er_{M,t}$ = Überschussrendite des Marktes in Periode t.
- SMB_t = Rendite des globalen Size-Faktors in Periode t.
- HML_t = Rendite des globalen Value-Faktors in Periode t.
- WML_t = Rendite des globalen Momentum-Faktors in Periode t.
- α_i, β_i^{mkt}, β_i^{smb}, β_i^{hml} und β_i^{wml} = Parameter α_i und β_i^{x} des Carhart-Modells.
- β_i^{bmg} = Carbon Beta der Aktie des Unternehmens i. Diese Kennzahl dient als zentrales Carbon Risiko-Maß.

INFOBOX 1

Faktormodelle

Faktormodelle sind grundlegend zur Erklärung des Zusammenhangs von Rendite und Risiko. Die Relevanz von Faktormodellen spiegelt sich nicht nur in der Aufnahme als Lehrinhalt an praktisch allen Universitäten wider, sondern auch in der breiten Anerkennung in der Wissenschaft und in vielfältigen Anwendungen in der Finanzpraxis.

Den Grundstein hierzu legte das Capital Asset Pricing Model (CAPM) von Sharpe (1964), Lintner (1965) und Mossin (1966). Eine wesentliche Erkenntnis daraus ist, dass sich die zu erwartenden Renditen von Aktien allein über das systematische Risiko (dem Marktrisiko) ergeben. Die unternehmensindividuellen (unsystematischen) Risiken der einzelnen Aktien können über Portfoliodiversifikation eliminiert werden und beeinflussen die erwarteten Renditen daher nicht. Das zentrale Maß für das systematische Risiko ist das *Markt*-Beta. Es gibt die Sensitivität der Rendite einer Aktie gegenüber der Rendite des Marktes an. Je höher das *Markt*-Beta, desto stärker schwankt die Rendite der Aktie relativ zur Marktrendite.

Das CAPM wurde in der Folgezeit immer wieder getestet, kritisch hinterfragt und weiterentwickelt. Eine sehr bekannte Weiterentwicklung des CAPM stammt von Fama und French (1993). Sie zeigen, dass sich Gemeinsamkeiten in den Aktienrenditen nicht vollständig durch die Marktrendite beschreiben lassen, sondern dass noch weitere systematische Risikofaktoren existieren, die einen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung von Aktienrenditen liefern.

Anhand empirischer Untersuchungen stellten sie fest, dass zum einen Aktien mit einer geringen Marktkapitalisierung und zum anderen Aktien mit einem hohen Buch-Marktwert-Verhältnis eine durchschnittlich höhere Rendite erzielten als es nach dem CAPM theoretisch zu erwarten gewesen wäre. Darauf aufbauend konstruierten sie über die Bildung von Differenzportfolios der Renditen aus Aktien mit kleiner und großer Marktkapitalisierung sowie aus Aktien mit hohem und niedrigem Buch-Marktwert-Verhältnis zwei weitere Faktoren, die diese beiden Effekte in Form weiterer Risikoprämien (den Size- und Value-Effekt) abbilden. Diese beiden Faktoren *SMB* und *HML* stellen schließlich zusammen mit dem Marktfaktor das bekannte Fama und French Dreifaktorenmodell dar.

Andere Autoren fanden weitere Anomalien in den Aktienrenditen. So wurde insbesondere gezeigt, dass Gewinneraktien tendenziell Gewinner bleiben, und dass Verliereraktien tendenziell Verlierer bleiben (vergleiche zum Beispiel Jegadeesh und Titman, 1993). Daher wurde das Fama und French Dreifaktorenmodell um den sogenannten Momentum-Faktor (*WML*) erweitert. Die Konstruktion ähnelt dem Size- und Value-Faktor, mit dem Unterschied, dass nun ein Differenzportfolio aus den Renditen vergangener Gewinner und vergangener Verlierer erstellt wird. Das daraus resultierende Carhart Vierfaktorenmodell (Carhart, 1997) ist aufgrund seiner hohen Erklärungskraft für die historischen Aktienrenditen weit verbreitet und wird in der Finanzpraxis und der Wissenschaft oft eingesetzt.

Über die Schätzung eines multiplen Regressionsmodells erhält man für jeden Faktor einen Koeffizienten, das jeweilige Beta. Diese Betas geben die Sensitivitäten der Aktienrenditen gegenüber den jeweiligen Faktoren an. Bei den Faktoren *SMB*, *HML* und *WML* steht ein positives Beta dafür, dass ein Unternehmen eine positive Sensitivität gegenüber den jeweiligen Risikofaktoren aufweist und umgekehrt. Da der Carbon Risiko Faktor *BMG* ebenfalls als Differenzportfolio – Renditen „brauner" minus Renditen „grüner" Unternehmen – konstruiert ist, erfolgt die Interpretation analog.

Inzwischen existieren wesentlich mehr Varianten dieser Faktormodelle, wie das Fünffaktorenmodell von Fama und French, das Faktoren zur Abbildung der Ertragskraft und der Investitionen einbezieht (Fama und French, 2015), das Sechsfaktorenmodell von Fama und French, das den Momentum-Faktor wieder mit einbezieht (Fama und French, 2018) und die q-Faktormodelle, die ebenfalls Faktoren zur Abbildung der Ertragskraft und der Investitionen einbeziehen (Hou, Xue und Zhang, 2015 und 2019).

Der Carbon Risiko Faktor *BMG* kann prinzipiell zu jedem Faktormodell hinzugefügt werden, solange kein anderer Faktor mit dem Carbon Risiko Faktor *BMG* zu hoch korreliert ist.

Zur kritischen Reflexion von Faktormodellen und weiteren Entwicklungen siehe etwa die Arbeiten von Harvey, Liu und Zhu (2016) sowie Feng, Giglio und Xiu (2019).

Input zur Berechnung der Carbon Betas: Historische Renditen des jeweiligen Finanztitels

Die zu erklärende Variable auf der linken Seite der Gleichung (1), $er_{i,t}$, umfasst die Überschussrenditen (die sogenannten „Excess Returns“) einer Aktie i im Zeitraum t, für die das Carbon Risiko bestimmt werden soll. Sie ergeben sich aus der Differenz der Renditen der untersuchten Aktie und der Renditen einer risikolosen Anlage (r_f) im jeweils gleichen Zeitraum.

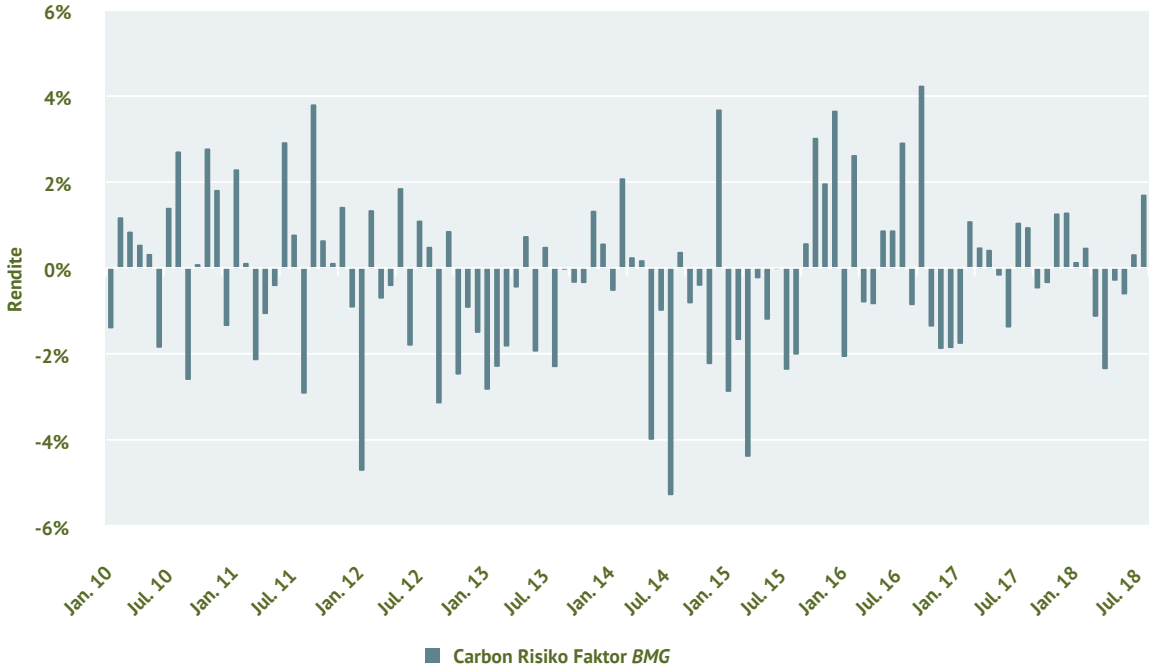
Diese historischen Überschussrenditen müssen dem Anwender für die jeweilige Aktie vorliegen. Typischerweise sind sie über Börseninformationssysteme oder schlicht über einfache Abfragen im Internet zu ermitteln.

Für das Beispiel in Abbildung 2 wurden die historischen monatlichen Überschussrenditen von neun Aktien für den Zeitraum von 2010 bis 2018 (108 Monate) verwendet.

Input zur Berechnung der Carbon Betas: Historische Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Eine der erklärenden Variablen auf der rechten Seite von Gleichung (1) ist der Carbon Risiko Faktor *BMG*, der im Verlauf von CARIMA generiert wurde und über die CARIMA-Webseite jedem Anwender kostenlos zur Verfügung steht. Hierbei handelt es sich letztlich um eine Zeitreihe historischer Renditen eines bestimmten fiktiven Aktienportfolios. Diese Zeitreihe wird auf Monatsbasis von Januar 2010 bis Dezember 2018 in Abbildung 3 veranschaulicht.

Abbildung 3: Monatliche Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* (2010-2018)



INFOBOX 2

Verfügbarkeit der Risikofaktoren

Die Datenbibliothek von Kenneth French umfasst Zeitreihen zahlreicher Faktoren und Portfolios (http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html). Der Fokus liegt auf der Bereitstellung der 1993 gemeinsam mit Eugene Fama entwickelten Faktoren des Dreifaktorenmodells: er_M (Markt), *SMB* (Größe) und *HML* (Value). Darüber hinaus finden sich auch weitere Faktoren wie *WML* (Momentum), *RMW* (Profitabilität) und *CMA* (Investment). Alle Daten werden in US-Dollar und frühestens ab 1926 bereitgestellt und bis heute regelmäßig aktualisiert. Die Faktoren und Portfolios werden gewöhnlich für den US-amerikanischen Markt gebildet. Die Datenbibliothek liefert darüber hinaus auch eine globale Zeitreihe und einige lokale Zeitreihen für entwickelte Länder. Eine in der Wissenschaft ebenfalls verwendete öffentliche Alternative der üblichen Faktoren ist die AQR Data Library (https://www.aqr.com/Insights/Datasets/). Schlussendlich lassen sich auch alle üblichen Faktoren anhand zugrunde liegender wissenschaftlicher Publikationen nachbilden.

Der Carbon Risiko Faktor *BMG* ist die Differenz der historischen Renditen von „braunen" Unternehmen und der historischen Renditen von „grünen" Unternehmen. Die Berechnung und eine ausführlichere ökonomische Interpretation des Carbon Risiko Faktors *BMG* sind Gegenstand des Kapitels 5 des Handbuchs.

Input zur Berechnung der Carbon Betas: Historische Renditen weiterer Faktoren

Eine zentrale weitere erklärende Variable umfasst die Überschussrenditen des gesamten Aktienmarktes $er_{M,t}$. Historische Zeitreihen für solche Renditen können in verschiedener Form im Internet in der Regel kostenlos heruntergeladen werden. Sie müssen vom Anwender also auch nicht selbst berechnet werden. Im Beispiel werden die historischen Renditen für einen Weltaktienindex verwendet, der auf der Webseite von Kenneth French kostenlos verfügbar ist. Zu den auf der Webseite von Kenneth French verfügbaren Daten siehe Infobox 2.

Für die Durchführung der Regression sind darüber hinaus weitere erklärende Variablen in Form der historischen Zeitreihen der Risikofaktoren SMB_t, HML_t und WML_t erforderlich. SMB_t ist ein globaler Size-Faktor, HML_t ein globaler Value-Faktor und WML_t ein globaler Momentum-Faktor jeweils zum Zeitpunkt t. Auch diese Faktoren sind kostenlos im Internet verfügbar. Sie können wie der risikofreie Zinssatz r_f von der oben genannten Webseite von Kenneth French bezogen werden.

Einfache Berechnung der Carbon Betas mit Standardsoftware wie Excel

Liegen die beschriebenen Zeitreihen zum Beispiel in einer Excel-Tabelle vor, kann eine multiple lineare Regressionsanalyse auf der Grundlage von Formel (1) durchgeführt werden. Output dieser Regressionsanalyse sind neben dem Alpha α_i insbesondere die Betafaktoren β_i^{mkt}, β_i^{smb}, β_i^{hml}, β_i^{wml} und β_i^{bmg}. Der letztgenannte Betafaktor β_i^{bmg} ist das gesuchte Carbon Beta, mithin die Maßzahl für das Carbon Risiko der jeweiligen Aktie.

Ein großer Vorteil dieses Konzeptes ist also, dass zur Bestimmung des Carbon Betas lediglich die historischen Renditezeitreihen der Aktie, der Risikofaktoren und des risikolosen Zinssatzes benötigt werden. Fundamentale Informationen über die Unternehmen, wie beispielsweise deren Carbon Footprints, werden nicht benötigt.

Im weiteren Verlauf dieses Handbuchs wird als Faktormodell in der Regel das Carhart Vierfaktorenmodell verwendet, da dieses in Wissenschaft und Praxis weit verbreitet ist. In der praktischen Anwendung können auch andere Faktormodelle herangezogen werden, wie sie in Infobox 1 zu Faktormodellen beschrieben werden.

Interpretation der Carbon Betas als Faktor-Sensitivität

Durch die Schätzung der Regressionsgleichung erfolgt wie erwähnt eine Zerlegung der Renditen der Aktie in einzelne Komponenten. Die geschätzten Betas geben dann die Sensitivität der Aktienrendite gegenüber den einzelnen Risikofaktoren an, also wie sich die Rendite $er_{i,t}$ bei einer Änderung des entsprechenden Risikofaktors um eine Einheit in der Erwartung ceteris paribus verändert.

Konkret und in Bezug auf ein bestimmtes Unternehmen bedeutet dies: Je höher der absolute Wert von β_i^{bmg}, desto stärker reagiert die Aktie des Unternehmens auf den Carbon Risiko Faktor *BMG*, desto höher ist also dessen Carbon Risiko. Wichtig ist, dass dieses Risiko in beide Richtungen wirkt. Hohe positive Werte von β_i^{bmg} bedeuten, dass der Wert der Aktie gegenüber dem gesamten Aktienmarkt sinkt, wenn sich der Transitionsprozess stärker beziehungsweise schneller als erwartet in Richtung einer Green Economy entwickelt. Entsprechend profitiert das Unternehmen aber genauso stark von unerwarteten Verlangsamungen des Transitionsprozesses. Für hohe negative Werte von β_i^{bmg} gilt die umgekehrte Argumentation.

Carbon Betas beschreiben das Carbon Risiko immer in Relation zum Gesamtmarkt

Generell wird über das Carbon Beta das individuelle Risiko einer Aktie immer in Bezug zum Gesamtmarkt abgeschätzt. Es wird also ermittelt, wie sich der Wert einer Aktie gegenüber dem Gesamtmarkt verändert, wenn sich die Erwartungen über den Transitionsprozess der Wirtschaft ändern. Darüber hinaus kann es aber auch unerwartete Änderungen im Transitionsprozess geben, die gleichermaßen alle Unternehmen („braun“, „neutral“ und „grün“) betreffen. Dieses „marktallgemeine Carbon Risiko“ kann mit den individuellen Carbon Betas der Aktien nicht erfasst werden, denn es stellt einen Teil des gesamten Marktrisikos dar.

Abschätzung des Carbon Risikos des Gesamtmarktes

Das „marktallgemeine Carbon Risiko“ kann über die Korrelation zwischen dem Marktfaktor und dem Carbon Risiko Faktor *BMG* abgeschätzt werden. Für die ausgewerteten Daten ergibt sich eine (geringfügig) positive Korrelation zwischen dem (weltweiten) Marktindex und dem Carbon Risiko Faktor *BMG*. Bei einer konstanten Korrelationsstruktur kann somit vermutet werden, dass bei einer Beschleunigung des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy der Wert aller Aktien im Gesamtmarkt tendenziell sinkt. Dies wäre auch in ökonomischer Hinsicht plausibel, denn es ist zu vermuten, dass bei einer Beschleunigung des Transitionsprozesses der Wirtschaft die Geschäftsmodelle von bestehenden, tendenziell noch „braunen“ Unternehmen in Summe eher negativ betroffen sind. Siehe dazu auch die Ausführungen zu „Stresstests“ in Abschnitt 4.8.

2.4 Praktische Berechnung des Carbon Betas mit dem Carbon Risiko Faktor *BMG*

Mit dem CARIMA-Konzept wird ein kapitalmarktbasierter Ansatz vorgestellt, mit dem die Risiken und Chancen des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy für Finanztitel und daraus bestehende Portfolios vergleichsweise einfach quantifiziert werden können. Wie bereits ausgeführt, werden die Carbon Risiken, vereinfacht ausgedrückt, aus den historischen Entwicklungen der Aktienkurse weltweit „herausgezogen".

Nach dieser eher grundsätzlichen Überlegung folgen einige praktische Hinweise für die praktische Anwendung des CARIMA-Konzeptes.

Definition des Begriffs „Rendite"

Für die Quantifizierung von Carbon Risiken über die beschriebene Regression werden die historischen Renditen von Finanztiteln und Risikofaktoren benötigt. Für die konkrete Anwendung ist es daher wichtig zu wissen, welche Form der Rendite den Berechnungen zugrunde gelegt wird.

Im Rahmen des CARIMA-Konzeptes werden grundsätzlich „normale" diskrete Renditen für den jeweiligen Betrachtungszeitraum verwendet. Ändert sich beispielsweise der Wert eines Finanztitels innerhalb eines Monats von 100 auf 110, so entspricht dies einer monatlichen Rendite von 10 Prozent. Wichtig ist, dass – sofern nicht anders angegeben – die Renditen nicht annualisiert sind.

Die im Rahmen des CARIMA-Konzeptes verwendeten Renditen sind sogenannte „Total Returns". Das heißt, sie umfassen zum Beispiel für Aktien neben Kursveränderungen auch Dividendenzahlungen und andere Zahlungen im Zusammenhang mit dem Halten der Aktie. Darüber hinaus sind bei der Berechnung Kapitalmaßnahmen berücksichtigt, die zu Veränderungen der Kurse führen. Wenn Aktienrenditen aus Börseninformationssystemen oder aus dem Internet übernommen werden, ist also darauf zu achten, dass es sich ebenfalls um „Total Returns" handelt. Soll das Carbon Risiko von Portfolios bestimmt werden, so sind die historischen Renditen dieses Portfolios ebenfalls unter der Annahme thesaurierter Erträge zu berechnen.

Ideale Länge des Zeitraums der historischen Renditen

Im Zuge der Schätzung der Carbon Betas auf der Grundlage der oben beschriebenen Regressionsanalyse stellt sich die praktische Frage, wie lang der historische Zeitraum der in die Schätzung eingehenden historischen Renditen und Risikofaktoren sein sollte.

Für einen möglichst langen Zeitraum spricht, dass die geschätzten Betafaktoren mit zunehmender Länge der in die Schätzung eingehenden historischen Daten in der Regel „besser" geschätzt werden können. Die geschätzten Betafaktoren werden so stabiler und in statistischer Hinsicht nimmt die Anzahl der signifikanten Betas gewöhnlich zu.

Die maximale Länge des in die Schätzung eingehenden historischen Zeitraums ergibt sich aus der Verfügbarkeit der Daten. Aktuell steht der Carbon Risiko Faktor *BMG* über die CARIMA-Webseite für den Zeitraum von 2010 bis 2018, also neun Jahre, zur Verfügung. Die auf der Kenneth French Webseite verfügbaren Risikofaktoren liegen für einen deutlich längeren Zeitraum vor.



Neben den Risikofaktoren ergibt sich die Begrenzung des maximalen Zeitraums natürlich auch aus der verfügbaren Zeitreihe für die Renditen der Aktie beziehungsweise des Portfolios, für die das Carbon Risiko berechnet werden soll. Für die meisten Aktien liegt ein relativ langer Zeitraum vor, für die die historischen Renditen verfügbar sind. Für einzelne Aktien und Portfolios wird das aber gegebenenfalls nicht der Fall sein, zum Beispiel, wenn Aktien neu gelistet oder Portfolios neu aufgesetzt wurden.

Für die Wahl der Länge des in die Schätzung eingehenden historischen Zeitraums ist darüber hinaus ein weiterer Aspekt zu bedenken: die Schätzung von Sensitivitäten setzt grundsätzlich voraus, dass für den geschätzten Zeitraum der Zusammenhang zwischen den erklärenden Variablen und der zu erklärenden Variable (einigermaßen) konstant sein sollte. Wenn ein Unternehmen in den letzten Jahren zum Beispiel eine (umfangreiche) Fusion durchgeführt hat, könnte es durchaus sein, dass das Carbon Beta vor der Fusion einen deutlich anderen Wert hatte als das Carbon Beta nach der Fusion. Auch eine Veränderung des Geschäftsmodells im Laufe der Zeit kann zu Veränderungen des Carbon Betas führen. In Bezug auf Portfolios wäre der prinzipiell gleiche Effekt zu erwarten, wenn sich die Gewichte der einzelnen Finanztitel im Portfolio während der Zeit deutlich verändern. Insofern sollte man bei Strukturbrüchen in den historischen Zeitreihen bei der Interpretation der aus der Schätzung resultierenden Carbon Betas zumindest vorsichtig sein. Solche Strukturbrüche könnte man zum Beispiel vermuten, wenn sich bei einer rollierenden Berechnung der Betafaktoren deutliche Veränderungen ergeben.

Fazit: Bei der Festlegung der Länge des historischen Zeitraums existiert ein Trade-off zwischen der Güte der Schätzung mit zunehmendem Zeithorizont und der damit verbundenen Problematik sich potentiell verändernden Carbon Betas aufgrund von Strukturbrüchen.

Daumenregel: Ein üblicher Zeithorizont für stabile Schätzungen umfasst bei monatlichen Renditen fünf Jahre (60 Monatsrenditen) und bei täglichen Renditen ein Jahr (circa 250 Tagesrenditen).

Schätzung des Carbon Betas auf der Basis monatlicher oder täglicher Renditen

Die Faktoren auf der Kenneth French Webseite liegen in monatlicher und täglicher

Frequenz vor, teilweise auch in wöchentlicher Frequenz. Auch der Carbon Risiko Faktor *BMG* wird sowohl in monatlicher als auch in täglicher Frequenz auf der CARIMA-Webseite zur Verfügung gestellt. Die Frequenz, in der die historischen Renditen des zu untersuchenden Finanztitels beziehungsweise Portfolios vorliegen, kann unterschiedlich sein.

Grundsätzlich gilt bezüglich der Festlegung der geeigneten Frequenz der Renditen die gleiche Überlegung wie zuletzt: je mehr Daten in die Regression einfließen, desto stabiler sind die geschätzten Carbon Betas. Dies spricht zunächst für die Verwendung täglicher Renditen. Allerdings sind bei der Verwendung täglicher Renditen einige Besonderheiten und gegebenenfalls Probleme zu beachten.

Eine potentielle Problematik der Verwendung täglicher Renditen könnte beispielsweise darin liegen, dass die täglichen Renditen sich nicht aus tatsächlich gehandelten Preisen der Finanzitel ergeben, sondern aus über die Zeit lediglich fortgeschriebenen Preisen der Finanzitel. Dies könnte zum Beispiel bei Aktien darin begründet sein, dass diese sehr illiquide sind, also selten gehandelt werden. Ist dies in einem größeren Umfang der Fall, können solche Renditen zu Verzerrungen der Ergebnisse führen.

Eine weitere Problematik bei der Verwendung täglicher Renditen besteht darin, dass sich diese im Idealfall auf einen identischen 24-Stunden-Zeitraum beziehen sollten. Das setzt voraus, dass alle Kurse der einbezogenen Wertpapiere zur selben Uhrzeit beobachtet werden. Werden aber beispielsweise die Schlusskurse von Börsen in verschiedenen Ländern (oder Zeitzonen) herangezogen, so ist diese Bedingung regelmäßig nicht eingehalten. Auch dies führt zur Verzerrung der geschätzten Carbon Betas.

Daumenregel: Tägliche Daten sind monatlichen vorzuziehen, sofern die oben angesprochenen Probleme ausgeschlossen oder bereinigt werden können.

Auswahl des risikofreien Zinssatzes zur Berechnung der Überschussrenditen

Zur Berechnung des Carbon Betas werden sogenannte Überschussrenditen (Excess Returns) herangezogen. Die Überschussrendite ist die Differenz aus der Rendite der jeweiligen Aktie beziehungsweise des Marktindex und der risikofreien Verzinsung für den gleichen Zeitraum. Werden also beispielsweise monatliche Aktienrenditen verwendet, wird zur Berechnung der Überschussrendite die risikofreie Verzinsung für den jeweiligen Monat benötigt. Für den Marktindex werden auf der Kenneth French Webseite bereits Überschussrenditen angegeben, sie müssen vom Anwender also nicht berechnet werden. Allerdings sind vom Anwender die historischen Überschussrenditen des Finanztitels zu berechnen, für den das Carbon Risiko bestimmt werden soll.

Da sich die Berechnungen im Rahmen des CARIMA-Konzeptes grundsätzlich auf US-Dollar beziehen, ist der risikofreie Zinssatz für den US-Dollar heranzuziehen. Hierfür wird üblicherweise die Ein-Monats-Treasury Bill Rate verwendet. Diese Ein-Monats-Treasury Bill Rate findet sich auf der Webseite der FED (https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=billrates). Falls die risikofreien Zinssätze sehr niedrig sind, was aktuell bekanntlich der Fall ist, ergeben sich (insbesondere bei täglichen Renditen) keine

großen Unterschiede in der Berechnung der Carbon Betas.

Analoge Überlegungen ergeben sich, falls die zugrundeliegende Währung der Euro ist. In diesem Fall werden üblicherweise als Zinssätze der EURIBOR beziehungsweise der EONIA und in naher Zukunft der Tagesgeldzinssatz €str (ehemals ESTER) herangezogen (https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/key_ecb_interest_rates/html/index.en.html).

Globales versus lokales Faktormodell

Sowohl der konstruierte Carbon Risiko Faktor *BMG* wie auch die über Kenneth Frenchs Webseite herangezogenen Faktoren beziehen sich auf ein globales Aktienportfolio in der Währung US-Dollar. Dies ist auch ökonomisch plausibel, da in der Regel davon auszugehen ist, dass Anleger die Möglichkeit haben, in dieses globale Anlageuniversum zu investieren. Daher wird der Carbon Risiko Faktor *BMG* für das globale Anlageuniversum berechnet und zur Verfügung gestellt.

Es ist aber auch möglich, diese Risikofaktoren für Subuniversen zu bestimmen, wie beispielsweise für europäische Aktien, Aktien der Länder im Euroraum oder andere Regionen. Für die wesentlichen Regionen der Welt können die klassischen Risikofaktoren von der Kenneth French Webseite bezogen werden. Zu beachten ist, dass sich auch diese Renditen auf den US-Dollar beziehen. Zur Konstruktion länder- und sektorenspezifischer Carbon Risiko Faktoren siehe auch den entsprechenden Abschnitt in Kapitel 5.

Festlegung der Währung

Für die Berechnung der Carbon Betas ist es zunächst relativ unerheblich, in welcher Währung die Renditen berechnet werden und in die Regression eingehen (siehe Infobox 3). Wichtig ist natürlich, dass eine einheitliche Währung verwendet wird. Die Standardwährung, die auch den Faktoren der Kenneth French Webseite zu Grunde liegt, ist der US-Dollar. Daher beziehen sich auch alle Berechnungen im Rahmen des CARIMA-Konzeptes, sofern nicht anders ausgeführt, auf den US-Dollar.

Möchte ein Anwender sein Modell zum Beispiel auf den Euro beziehen, so sind alle Faktorrenditen ebenso auf den Euro umzurechnen. Dies ist einfach, denn es können alle Renditen mithilfe der jeweiligen Wechselkursänderungen (also den Wechselkursrenditen) wie folgt umgerechnet werden:

$$r(EUR)_{i,t} = (1 + r(USD)_{i,t}) \times (1 + r(EUR/USD)_{i,t}) - 1 \qquad (2)$$

So ergibt sich die Rendite des Carbon Risiko Faktors *BMG* in Euro aus der Rendite des Carbon Risiko Faktors *BMG* in US-Dollar multipliziert mit der Rendite des Wechselkurses EUR/USD. Alternativ können auch Risikofaktoren verwendet werden, die sich von vornherein auf den Euro beziehen.

INFOBOX 3

Vergleich von US-Dollar und Euro Carbon Betas

Werden die Carbon Betas für ein globales Faktormodell (identische Risikofaktoren, Assets usw.) für verschiedene Währungen (hier auf Basis des US-Dollars und des Euros) berechnet, ergeben sich unterschiedliche Faktor-Betas für die Aktien. Dies ist auf sich über die Zeit ändernde Wechselkurse zurückzuführen.

Um dies zu veranschaulichen, wird ein Vergleich von US-Dollar und Euro Carbon Betas durchgeführt. Dazu werden für circa 40.000 Aktien die Carbon Betas für beide Währungen geschätzt, die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Faktor	USD Beta	EUR Beta	Diff.	Pearson	Spearman	Kendall
BMG	0,1898	0,1150	0,0748	0,9597	0,9576	0,8483
er_M	0,9352	0,8853	0,0499	0,7715	0,7744	0,5962
SMB	0,6740	0,4535	0,2204	0,8354	0,8259	0,6585
HML	-0,0113	-0,2668	0,2555	0,6635	0,6900	0,5337
WML	-0,0230	-0,1910	0,1680	0,7016	0,6846	0,5256
α	0,0050	0,0061	-0,0012	0,9298	0,9015	0,7503

Tabelle 1: Deskriptive Statistiken und Korrelationen der unterschiedlichen Faktor-Betas in US-Dollar und Euro

Betrachtet man die hohen Bravais-Pearson-Korrelationen sowie die hohen Rangkorrelationen von Spearman und Kendall, so ist festzustellen, dass sich Währungseffekte im Carbon Beta der 40.000 Unternehmen kaum niederschlagen. Wesentlicher Grund ist die recht ausgeglichene Verteilung der Währungen in den „grünen" und „braunen" Portfolios des Carbon Risiko Faktors *BMG*. Währungseffekte finden sich dagegen in höherem Ausmaß bei den Faktor-Betas von *SMB*, *HML* und *WML*. Auch der Marktfaktor reagiert konstruktionsbedingt auf Währungseffekte.

Kapitalmarktbasierte und fundamentalorientierte Ansätze zur Abschätzung des Carbon Risikos

In CARIMA werden Carbon Risiken mit einem kapitalmarktbasierten Ansatz quantifiziert. Demgegenüber finden sich zahlreiche fundamentale Ansätze, um Carbon Risiken zu messen. Hierzu zählen beispielsweise das climateXcellence-Tool (der CO-Firm), der Klimarisikoscanner (von Ecofys, dem Global Climate Forum und Triple A Risk Finance), das PACTA/Terra-Modell (der 2° Investing Initiative) und das Climate Value-at-Risk Modell (von Carbon Delta).

Gegenüber den fundamental orientierten Ansätzen weist CARIMA als kapitalmarktbasierter Ansatz eine Reihe von Vorteilen auf. So liegt ein Vorteil in der einfachen Schätzung des Carbon Betas über ein Faktormodell mit Hilfe des Carbon Risiko Faktors *BMG*. Zu dieser Thematik gibt es auch eine umfangreiche akademische Literatur und zahlreiche praxisorientierte Best-Practice-Ansätze. So kann das CARIMA-Konzept in vielfältiger Weise eingesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil ist, dass das CARIMA-Konzept fundamentale Ansätze implizit berücksichtigt. So führen die Ergebnisse von fundamentalen Carbon Risiko Einschätzungen zu einer Veränderung von Unternehmenswerten am Kapitalmarkt. Diese Veränderungen werden durch den Carbon Risiko Faktor *BMG* gemessen und im Carbon Beta reflektiert. Das macht deutlich, dass weder kapitalmarktbasierte Ansätze noch fundamentalorientierte Ansätze als grundsätzlich besser beziehungsweise überlegen bezeichnet werden können – im Gegenteil, sie stellen gewissermaßen zwei Seiten einer Medaille dar.

CARIMA

3

Bestimmung des Carbon Betas für Assets verschiedener Anlageklassen



3.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels

Dieses Kapitel widmet sich der konkreten Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf verschiedene Anlageklassen. Zur Veranschaulichung wird das Carbon Beta zunächst für Beispiel-Assets verschiedener Anlageklassen exemplarisch bestimmt und anschließend interpretiert und diskutiert.

Ziel des Kapitels

In diesem Kapitel wird das Carbon Risiko für Aktien, Unternehmensanleihen, Kredite und entsprechende Portfolios sowie Fonds betrachtet. Voraussetzung hierfür ist lediglich, dass für die Assets historische Renditezeitreihen vorhanden sind. Daher erfolgt die Übertragung der Ausführungen auf Kredite auch nur prinzipiell, denn typischerweise sind für Kredite keine historischen Renditezeitreihen verfügbar. Hier sind andere Verfahren anzuwenden, auf die im entsprechenden Abschnitt eingegangen wird.

Das Carbon Risiko kann über das Carbon Beta anhand der historischen Renditen der Assets sehr einfach bestimmt werden.

Ziel des Kapitels ist es außerdem, den Nutzer mit dem begleitenden Excel-Tool vertraut zu machen. Das Excel-Tool enthält für alle mit dem Symbol (*) gekennzeichneten Abschnitte konkrete Anwendungen und Umsetzungen des CARIMA-Konzeptes anhand einiger Beispiel-Assets. Das Excel-Tool ermöglicht dem Nutzer außerdem, diese Beispiel-Assets bei Bedarf zu verändern oder zu ersetzen, um so eigene Analysen durchzuführen.

Aufbau des Kapitels

Abschnitt 3.2 gibt grundlegende Hinweise zum Aufbau und der Funktionalität des Excel-Tools.

Abschnitt 3.3 behandelt die Anlageklasse der Aktien. Die Quantifizierung des Carbon Risikos einzelner Aktien erfolgt, wie bereits in Kapitel 2 grundsätzlich beschrieben, über Regressionsanalysen, mit denen die historischen Aktienrenditen der Unternehmen mittels eines um den Carbon Risiko Faktor *BMG* erweiterten Faktormodells erklärt werden. Das daraus resultierende Carbon Beta quantifiziert die Sensitivität des Wertes der Aktie und mithin des Eigenkapitals des Unternehmens gegenüber unerwarteten Änderungen im Transitionsprozess der Wirtschaft hin zur Green Economy.

Abschnitt 3.4 beinhaltet eine Case Study zur Frage, ob sich eine Veränderung der empirischen Carbon Betas über die Zeit durch strukturelle Veränderungen im operativen Geschäft von Unternehmen erkennen und erklären lässt.

Das Carbon Beta für Unternehmensanleihen kann grundsätzlich über zwei Ansätze bestimmt werden, die in Abschnitt 3.5 vorgestellt werden. Der erste Ansatz basiert im Kern auf der gleichen Vorgehensweise wie bei Aktien, nur dass zur Quantifizierung der Carbon Betas andere Faktormodelle mit spezifischen Faktoren für Unternehmensanleihen herangezogen werden. Der zweite Ansatz basiert auf der grundlegenden Idee sogenannter Strukturmodelle, wie sie aus der Optionsbewertung bekannt sind (Merton-Modell). Die prinzipielle Herangehensweise bei Anwendung dieses Verfahrens wird im Grundsatz beschrieben.

Abschnitt 3.6 beschäftigt sich mit Krediten. Die kapitalmarktorientierte Quantifizierung der Carbon Risiken setzt das Vorhandensein historischer Zeitreihen der Renditen der jeweiligen Finanztitel voraus, für die das Carbon Beta über Regression bestimmt werden soll.



Historische Renditen liegen aber für Kredite in der Regel nicht vor, da diese nicht börsennotiert sind. Daher beschäftigt sich dieser Abschnitt mit der Frage, inwieweit es mit dem CARIMA-Konzept auch möglich ist, die Carbon Risiken (nicht-börsennotierter) Kredite abzuschätzen.

Für Portfolios, wie beispielsweise klassische Aktien- und Anleihen-Portfolios, kann das Carbon Beta „Top-Down“ oder „Bottom-Up“ ermittelt werden. Für den Top-Down-Ansatz ist lediglich die Kenntnis der historischen Zeitreihe der Portfoliorenditen notwendig, um das portfoliospezifische Carbon Risiko abzuschätzen. Für den Bottom-Up-Ansatz ist hingegen die Kenntnis der historischen Renditen der einzelnen Finanztitel des Portfolios sowie deren Gewichtung notwendig, um das Portfolio-spezifische Carbon Beta zu bestimmen. Beide Ansätze werden in Abschnitt 3.7 exemplarisch dargestellt und die verbundenen Vor- und Nachteile eruiert.

Fonds stellen einen Spezialfall von Portfolios dar. In Abschnitt 3.8 wird deshalb auf Besonderheiten bei der Quantifizierung von Carbon Risiken von Investmentfonds eingegangen.

3.2 Grundlegende Hinweise zum Excel-Tool

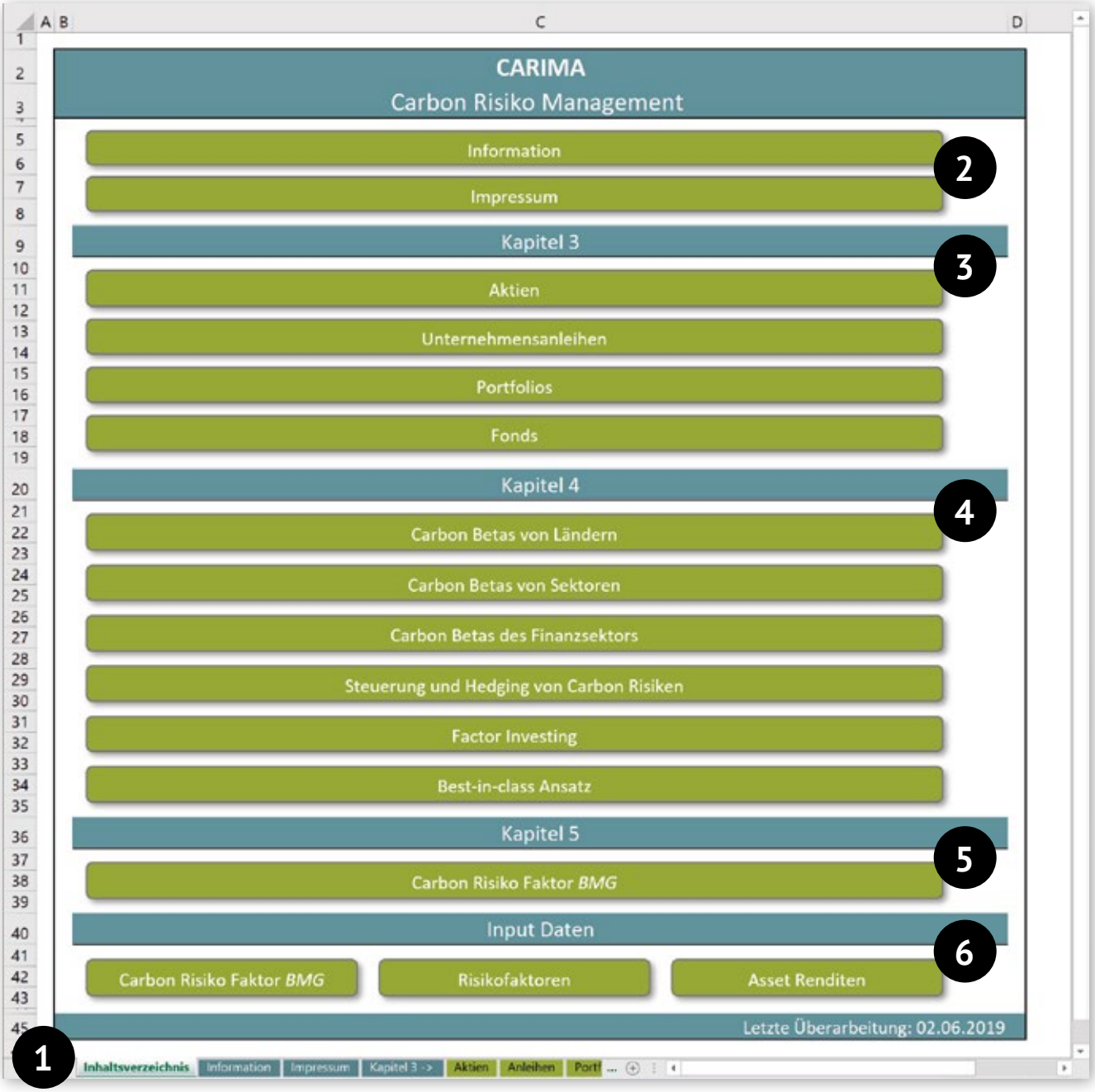


Abbildung 4: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Inhaltsverzeichnis“

Zur Veranschaulichung der Inhalte dieses Handbuchs wird über die Projekt-Webseite ein begleitendes Excel-Tool bereitgestellt. In diesem Abschnitt werden die zentralen Komponenten dieses Tools dargestellt und weitere Hinweise für die Anwendung gegeben.

Allgemeines zum Excel-Tool

Die Bedienung des Excel-Tools erfordert keine besonderen Excel-Kenntnisse. Volle Kompatibilität der Excel-Datei ist für alle Versionen ab Excel 2010 für Windows beziehungsweise ab Excel 2011 für macOS gegeben. Das Excel-Tool ist sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verfügbar, wobei sich die Beschreibungen in diesem Handbuch auf die deutsche Version beziehen. Das Excel-Tool verwendet keine Makros, sondern basiert ausschließlich auf Standardformeln, sodass keine besonderen Einstellungen bezüglich Makros notwendig sind. Die Excel-Datei ist gegen ungewollte Eingaben und Veränderungen geschützt (Arbeitsblattstruktur, Formeln etc.).

Dennoch ist das Excel-Tool interaktiv gestaltet, sodass der Nutzer eigene Eingaben vornehmen kann. Dazu sind diejenigen Felder, die verändert werden können, braun unterlegt. Dem Nutzer werden verschiedene Auswahlmöglichkeiten unter anderem über Dropdown-Listen angeboten.

Navigation im Excel-Tool

Nach dem Öffnen der Excel-Datei befindet sich der Nutzer direkt im Arbeitsblatt „Inhaltsverzeichnis“. Der Aufbau des Excel-Tools entspricht im Grundsatz der Gliederung dieses Handbuchs. Inhalte des Handbuchs, die im Excel-Tool veranschaulicht werden, sind mit einem Symbol (*) gekennzeichnet. Insbesondere für die Inhalte der Kapitel 3, 4 und 5 finden sich zahlreiche Implementierungen von Beispielen in dem Excel-Tool. Durch einen Klick auf die entsprechenden Hyperlinks in der Gliederung gelangt man zu den relevanten Arbeitsblättern. Alternativ können diese auch direkt über das Blattregister 1 aufgerufen werden.

Von den einzelnen Arbeitsblättern aus gelangt der Nutzer jederzeit mit einem Klick auf die Schaltfläche „Zurück zum Inhaltsverzeichnis“ zum Inhaltsverzeichnis zurück.

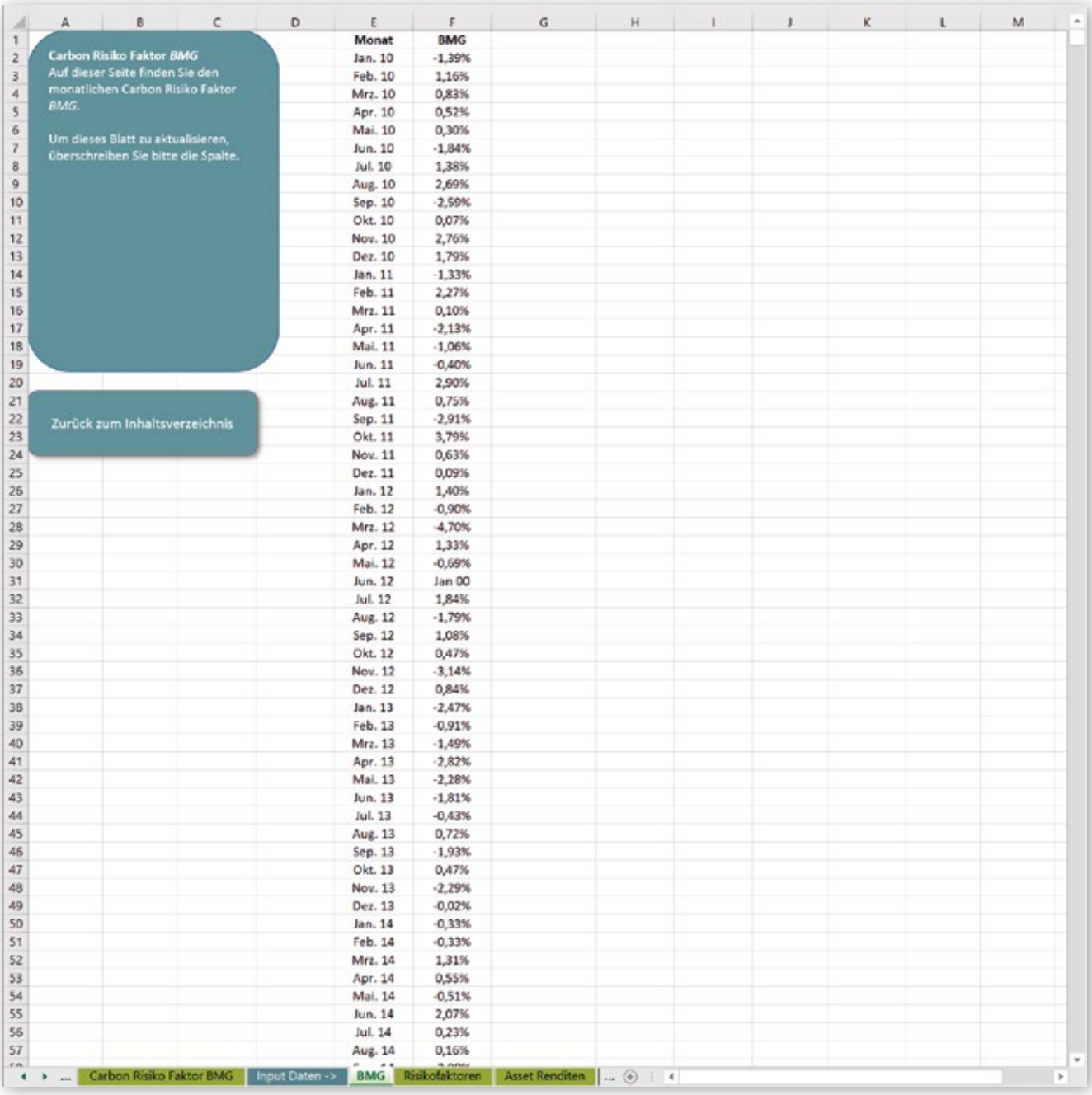
Inhalte des Excel-Tools

Die Arbeitsblätter „Information“ und „Impressum“ 2 enthalten grundsätzliche Informationen über das CARIMA-Konzept sowie unter anderem die Kontaktinformationen der beiden Projektpartner: Lehrstuhl für Finanz- und Bankwirtschaft an der Universität Augsburg und Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V..

Kapitel 3 3 enthält Anwendungsbeispiele zur Quantifizierung des Carbon Risikos in verschiedenen Anlageklassen. Die Inhalte dieses Kapitels sind daher in die folgenden vier Kategorien eingeteilt: Aktien, Unternehmensanleihen, Portfolios und Fonds. Das anschließende Kapitel 4 4 enthält zahlreiche Anwendungen für die Quantifizierung, das Management und das Reporting von Carbon Risiken. In Kapitel 5 5 wird der Carbon Risiko Faktor *BMG* ausführlich dargestellt. Das Arbeitsblatt kann auch verwendet werden, eigene Carbon Risiko Faktoren auszuwerten.

Vorgabe der Input Daten im Excel-Tool

Die Input Daten, die für die Veranschaulichung beziehungsweise Berechnungen der einzelnen Inhalte verwendet werden, sind in den drei Arbeitsblättern „BMG“, „Risikofaktoren“ und „Asset Renditen“ in der Kategorie „Input Daten“ 6 hinterlegt. Die Input Daten der Arbeitsblätter „Risikofaktoren“ und „Asset Renditen“ sind grundsätzlich als Beispiel-Daten gedacht und können vom Nutzer angepasst und ausgetauscht werden.



Carbon Risiko Faktor *BMG*
Auf dieser Seite finden Sie den monatlichen Carbon Risiko Faktor *BMG*.

Um dieses Blatt zu aktualisieren, überschreiben Sie bitte die Spalte.

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Monat	BMG
Jan. 10	-1,39%
Feb. 10	1,16%
Mrz. 10	0,83%
Apr. 10	0,52%
Mai. 10	0,30%
Jun. 10	-1,84%
Jul. 10	1,38%
Aug. 10	2,69%
Sep. 10	-2,59%
Okt. 10	0,07%
Nov. 10	2,76%
Dez. 10	1,79%
Jan. 11	-1,33%
Feb. 11	2,27%
Mrz. 11	0,10%
Apr. 11	-2,13%
Mai. 11	-1,06%
Jun. 11	-0,40%
Jul. 11	2,90%
Aug. 11	0,75%
Sep. 11	-2,91%
Okt. 11	3,79%
Nov. 11	0,63%
Dez. 11	0,09%
Jan. 12	1,40%
Feb. 12	-0,90%
Mrz. 12	-4,70%
Apr. 12	1,33%
Mai. 12	-0,69%
Jun. 12	Jan 00
Jul. 12	1,84%
Aug. 12	-1,79%
Sep. 12	1,08%
Okt. 12	0,47%
Nov. 12	-3,14%
Dez. 12	0,84%
Jan. 13	-2,47%
Feb. 13	-0,91%
Mrz. 13	-1,49%
Apr. 13	-2,82%
Mai. 13	-2,28%
Jun. 13	-1,81%
Jul. 13	-0,43%
Aug. 13	0,72%
Sep. 13	-1,93%
Okt. 13	0,47%
Nov. 13	-2,29%
Dez. 13	-0,02%
Jan. 14	-0,33%
Feb. 14	-0,33%
Mrz. 14	1,31%
Apr. 14	0,55%
Mai. 14	-0,51%
Jun. 14	2,07%
Jul. 14	0,23%
Aug. 14	0,16%

Carbon Risiko Faktor BMG | Input Daten -> | BMG | Risikofaktoren | Asset Renditen

Abbildung 5: Excel-Tool – Arbeitsblatt „BMG“

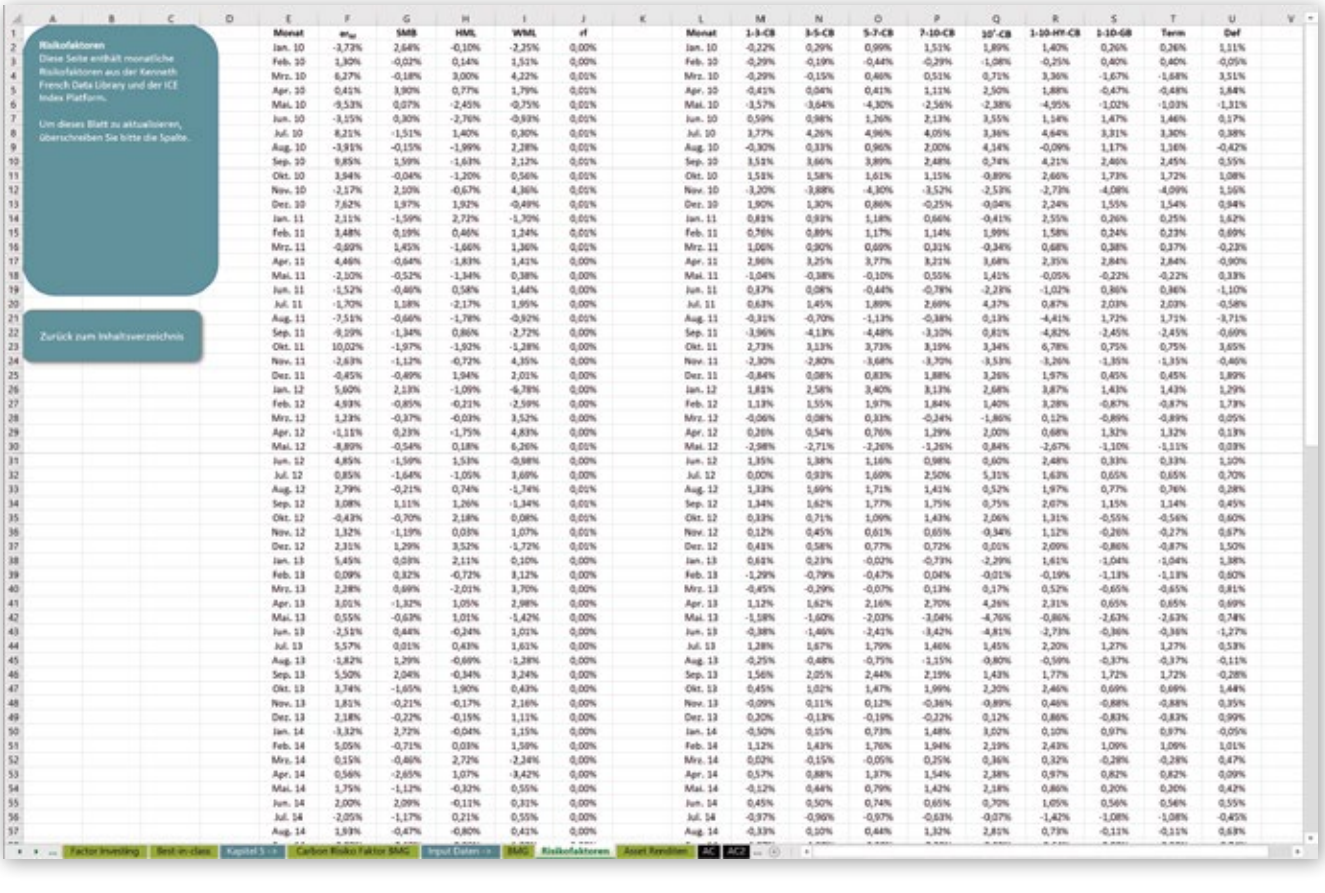
Die monatliche Renditezeitreihe des Carbon Risiko Faktors *BMG* ist im Arbeitsblatt „BMG“ für den Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018 hinterlegt. Der Carbon Risiko Faktor *BMG* ist Grundlage für eine Vielzahl von Berechnungen des Excel-Tools. Diese Zeitreihe kann bei Bedarf vom Nutzer durch andere, beispielsweise selbst berechnete Zeitreihen ersetzt werden. Dafür kann die Zeitreihe direkt mit neuen Daten überschrieben werden.

Im Arbeitsblatt „Risikofaktoren“ sind die monatlichen Renditezeitreihen der weiteren Risikofaktoren hinterlegt, die für die Regressionsschätzungen der Faktormodelle notwendig sind, sowie der risikolose Zinssatz, der zur Berechnung der Überschussrenditen der Assets benötigt wird.

Im linken Bereich des Arbeitsblattes sind die Renditezeitreihen folgender allgemeiner Risikofaktoren sowie des risikolosen Zinssatzes zu finden:

- Zeitreihe der Überschussrendite eines globalen Aktienmarktindex (er_M)
- Zeitreihe der Rendite des globalen Size-Faktors (*SMB*)
- Zeitreihe der Rendite des globalen Value-Faktors (*HML*)
- Zeitreihe der Rendite des globalen Momentum-Faktors (*WML*)
- Zeitreihe des risikolosen Zinssatzes (r_f)

Abbildung 6: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Risikofaktoren“



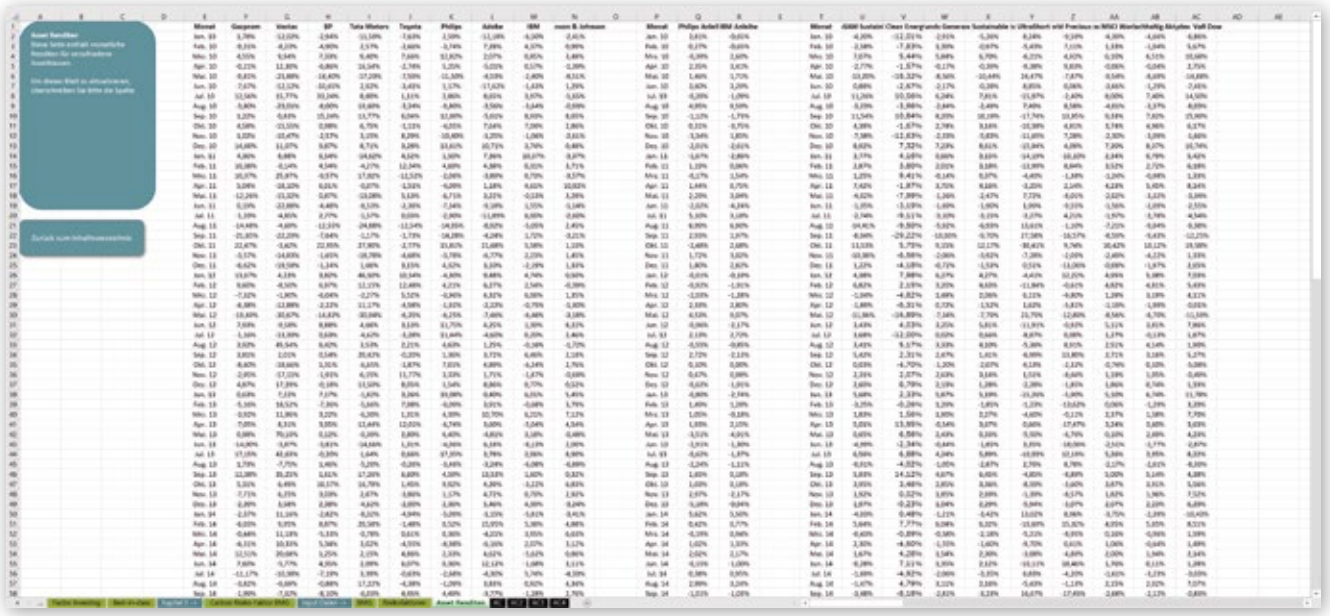


Abbildung 7: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Asset Renditen"

Im rechten Bereich des Arbeitsblattes sind die Renditezeitreihen der spezifischen Faktoren für Faktormodelle zur Bewertung von Unternehmensanleihen hinterlegt:

- Zeitreihe der Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 1- bis 3-jährigen Laufzeiten enthält (1-3-*CB*)
- Zeitreihe der Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 3- bis 5-jährigen Laufzeiten enthält (3-5-*CB*)
- Zeitreihe der Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 5- bis 7-jährigen Laufzeiten enthält (5-7-*CB*)
- Zeitreihe der Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 7- bis 10-jährigen Laufzeiten enthält (7-10-*CB*)
- Zeitreihe der Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit Laufzeiten von mehr als 10 Jahren enthält (10^{+}-*CB*)
- Zeitreihe der Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index niedriger Bonität, der Hochzinsanleihen mit 1- bis 10-jährigen Laufzeiten enthält (1-10-*HY-CB*)
- Zeitreihe der Rendite eines Staatsanleihen-Index, der Staatsanleihen mit 1- bis 10-jährigen Laufzeiten enthält (1-10-*GB*)

All diese Zeitreihen können vom Nutzer ebenfalls durch einfaches Überschreiben geändert werden, beispielsweise falls Risikofaktoren spezifischer Länder und Regionen oder anderer Anleiheindizes verwendet werden sollen.

Im Arbeitsblatt „Asset Renditen" sind monatliche Renditezeitreihen von einigen Beispiel-Assets enthalten, die zur Veranschaulichung der verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten des CARIMA-Konzeptes im Excel-Tool genutzt werden. Das Arbeitsblatt enthält sowohl Renditen von Aktien und Anleihen verschiedener Unternehmen als auch Renditen einiger Aktienfonds. Der Nutzer kann diese durch Assets seiner Wahl frei austauschen.

3.3 Aktien*

In diesem Abschnitt wird erläutert, wie die Carbon Betas einzelner Aktien berechnet werden können. Das Vorgehen wird anhand empirischer Beispiele veranschaulicht.

Die Darstellungen ergänzen das Kapitel 2, in dem die grundsätzliche Vorgehensweise zur Quantifizierung von Carbon Betas beschrieben und die Interpretation dieses Risikomaßes ausführlich dargestellt wird. Redundanzen zwischen diesen Kapiteln sind beabsichtigt, um die folgenden Ausführungen so weit wie möglich losgelöst voneinander lesen und leicht verstehen zu können.

Auswahl des Faktormodells

Wie bereits in Kapitel 2 gezeigt, kann das Carbon Beta einer einzelnen Aktie über Regressionsanalysen recht einfach bestimmt werden. Dabei wird die Zeitreihe der historischen Überschussrenditen einer Aktie durch verschiedene Faktoren erklärt. Zur Erklärung von Faktormodellen siehe auch Infobox 1. In den folgenden Ausführungen wird das um den Carbon Risiko Faktor *BMG* erweiterte, weit verbreitete Carhart (1997) Vierfaktorenmodell als Referenzmodell verwendet:

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t} \qquad (3)$$

Mit:

- $er_{i,t}$ = Rendite der Aktie des Unternehmens i abzüglich Rendite einer risikolosen Anlage in Periode t (Überschussrendite).
- $er_{M,t}$ = Überschussrendite des Marktes in Periode t.
- SMB_t = Rendite des globalen Size-Faktors in Periode t.
- HML_t = Rendite des globalen Value-Faktors in Periode t.
- WML_t = Rendite des globalen Momentum-Faktors in Periode t.
- α_i, β_i^{mkt}, β_i^{smb}, β_i^{hml} und β_i^{wml} = Parameter α_i und β_i^x des Carhart-Modells.
- β_i^{bmg} = Carbon Beta der Aktie des Unternehmens i . Diese Kennzahl dient als zentrales Carbon Risiko-Maß.

Für detaillierte Informationen über die Regressionsparameter und deren Bedeutung beziehungsweise Interpretation siehe Infobox 4.

Allgemeine Interpretation des Carbon Betas

Das Carbon Beta β_i^{bmg} einer Aktie ist folgendermaßen zu interpretieren: Ist das Carbon Beta größer als Null, so ist zu erwarten, dass der Wert dieser Aktie gegenüber einer durchschnittlichen Aktie sinkt, wenn sich der Transitionsprozess der Wirtschaft unerwartet in Richtung einer Green Economy verändert. Ist das Carbon Beta hingegen kleiner als Null, wird der Wert dieser Aktie gegenüber einer durchschnittlichen Aktie in Erwartung steigen, wenn sich der Transitionsprozess unerwartet in Richtung einer Green Economy verändert. Der Wert von Aktien mit einem Carbon Beta nahe Null wird in durchschnittlichem Umfang vom Transitionsprozess beeinflusst. Zu ausführlicheren Erläuterungen zur Interpretation von Carbon Betas siehe Abschnitt 2.2.

Für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf Aktien gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Aktien“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.

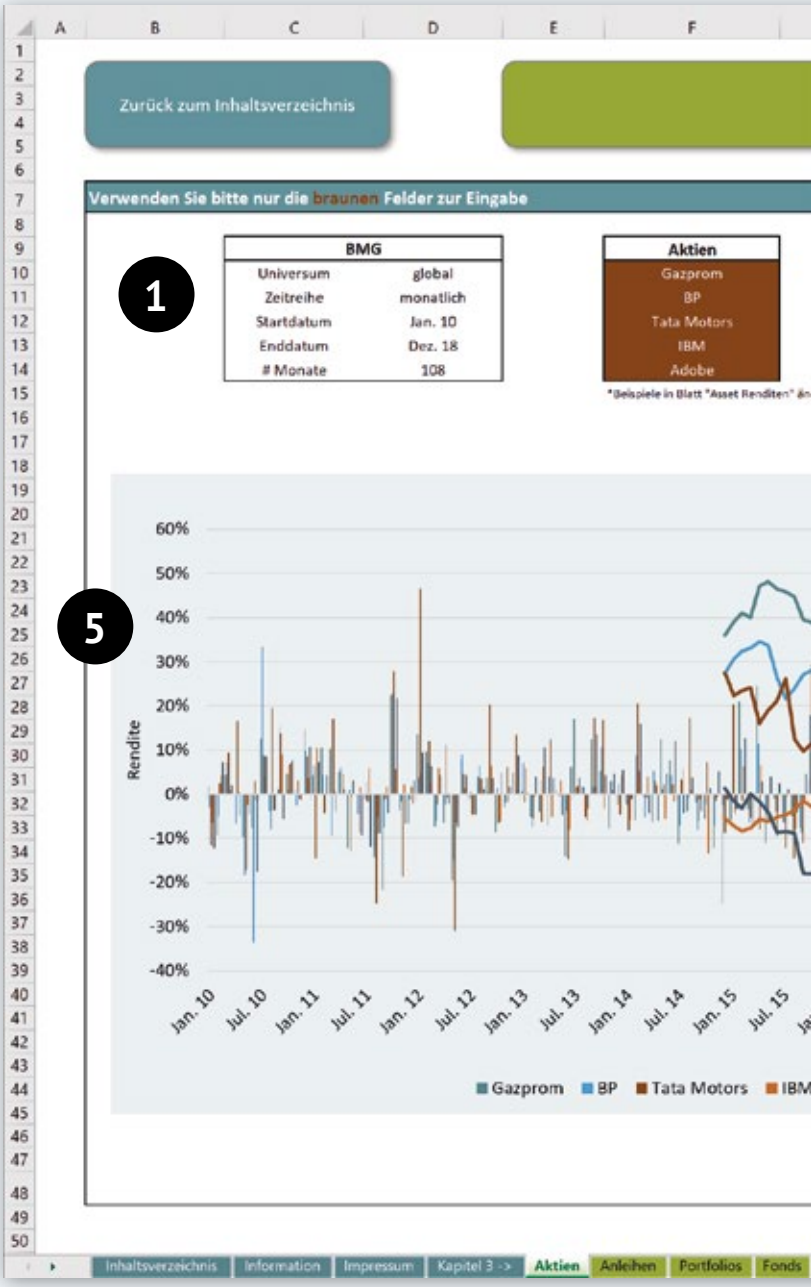
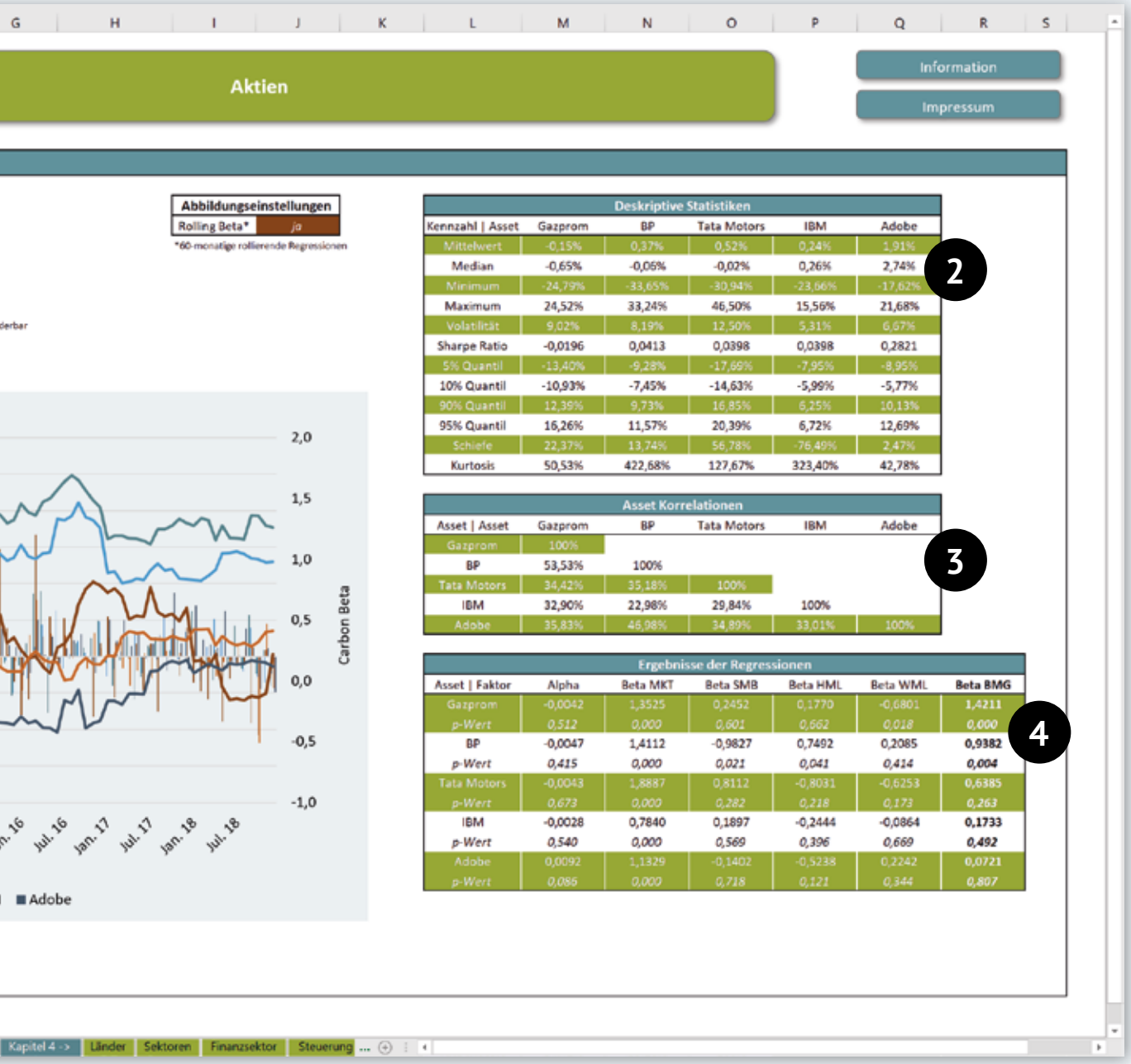


Abbildung 8: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“



Deskriptive Statistiken

Kennzahl | Asset	Gazprom	BP	Tata Motors	IBM	Adobe
Mittelwert	-0,15%	0,37%	0,52%	0,24%	1,91%
Median	-0,65%	-0,06%	-0,02%	0,26%	2,74%
Minimum	-24,79%	-33,65%	-30,94%	-23,66%	-17,62%
Maximum	24,52%	33,24%	46,50%	15,56%	21,68%
Volatilität	9,02%	8,19%	12,50%	5,31%	6,67%
Sharpe Ratio	-0,0196	0,0413	0,0398	0,0398	0,2821
5% Quantil	-13,40%	-9,28%	-17,69%	-7,95%	-8,95%
10% Quantil	-10,93%	-7,45%	-14,63%	-5,99%	-5,77%
90% Quantil	12,39%	9,73%	16,85%	6,25%	10,13%
95% Quantil	16,26%	11,57%	20,39%	6,72%	12,69%
Schiefe	22,37%	13,74%	56,78%	-76,49%	2,47%
Kurtosis	50,53%	422,68%	127,67%	323,40%	42,78%

2

Asset Korrelationen

Asset | Asset	Gazprom	BP	Tata Motors	IBM	Adobe
Gazprom	100%				
BP	53,53%	100%			
Tata Motors	34,42%	35,18%	100%		
IBM	32,90%	22,98%	29,84%	100%	
Adobe	35,83%	46,98%	34,89%	33,01%	100%

3

Ergebnisse der Regressionen

Asset | Faktor	Alpha	Beta MKT	Beta SMB	Beta HML	Beta WML	Beta BMG
Gazprom	-0,0042	1,3525	0,2452	0,1770	-0,0801	**1,4211**
p-Wert	*0,512*	*0,000*	*0,601*	*0,662*	*0,018*	***0,000***
BP	-0,0047	1,4112	-0,9827	0,7492	0,2085	**0,9382**
p-Wert	*0,415*	*0,000*	*0,021*	*0,041*	*0,414*	***0,004***
Tata Motors	-0,0043	1,8887	0,8112	-0,8031	-0,6253	**0,6385**
p-Wert	*0,673*	*0,000*	*0,282*	*0,218*	*0,173*	***0,263***
IBM	-0,0028	0,7840	0,1897	-0,2444	-0,0864	**0,1733**
p-Wert	*0,540*	*0,000*	*0,569*	*0,396*	*0,669*	***0,492***
Adobe	0,0092	1,1329	-0,1402	-0,5238	0,2242	**0,0721**
p-Wert	*0,086*	*0,000*	*0,718*	*0,121*	*0,344*	***0,807***

4

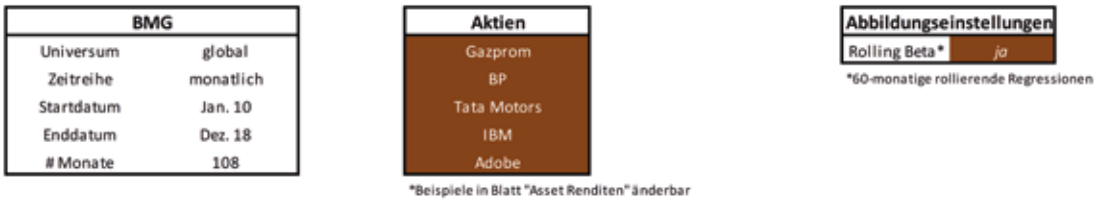


Abbildung 9: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Auswahlboxen

1

Input: Carbon Risiko Faktor *BMG*

Im Arbeitsblatt „Aktien“ werden zunächst die zentralen Eigenschaften des Carbon Risiko Faktors in der Box „BMG“ dargestellt. Insgesamt umfasst die Zeitreihe des Carbon Risiko Faktors *BMG* monatliche Renditen für 108 Perioden im Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018. Der Faktor wurde auf Basis eines globalen Anlageuniversums generiert. Die Zeitreihe des Carbon Risiko Faktors *BMG* kann bei Bedarf im Arbeitsblatt „BMG“ geändert und auch ausgetauscht werden, um beispielsweise eigene Analysen durchzuführen.

Input: Zu analysierende Aktien

In der Auswahlbox „Aktien“ können mittels Dropdown-Liste verschiedene Aktien gewählt werden, für die die Berechnung des Carbon Betas und weiterer deskriptiver Statistiken durchgeführt werden soll. Es können jeweils maximal fünf Aktien gleichzeitig ausgewählt und analysiert werden. Die Zeitreihen von Renditen von insgesamt neun Beispiel-Aktien sind im Tabellenblatt „Asset Renditen“ hinterlegt und können dort vom Nutzer gegen die Zeitreihen anderer Aktien ausgetauscht werden.

Input: Auswahl konstanter oder rollierender Carbon Betas

Über die Auswahlbox „Abbildungseinstellungen“ wird festgelegt, ob das Carbon Beta in der dazugehörigen Abbildung konstant oder rollierend dargestellt werden soll. Durch Eingabe von „ja“ beziehungsweise „nein“ wird die rollierende Regressionsschätzung ein- beziehungsweise ausgeschaltet. Bei der rollierenden Schätzung werden für jeden Zeitpunkt die jeweils letzten 60 monatlichen Renditen zur Schätzung des Carbon Betas verwendet. Anderenfalls wird ein konstantes Beta für den gesamten Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018 geschätzt, sofern für diesen Zeitraum Überschussrenditen der Aktien vorliegen.

2 3 Output: Diverse statistische und finanzwirtschaftliche Kennzahlen bezüglich der Renditen der Aktien

In Tabelle 2 „Deskriptive Statistiken“ werden übliche statistische Kennzahlen für die historischen Renditezeitreihen der fünf ausgewählten Aktien dargestellt: Mittelwert, Median, Minimum, Maximum, Volatilität, Sharpe Ratio, die 5%-, 10%-, 90%- und 95%-Quantile, Schiefe und Kurtosis.

Tabelle 3 „Asset Korrelationen“ zeigt die Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizienten der Zeitreihen der Renditen der Aktien. Alle Statistiken werden aus den zugrundeliegenden monatlichen Renditedaten der fünf ausgewählten Beispiel-Aktien berechnet. Für eine Erklärung der Kennzahlen siehe Infobox 4.

Deskriptive Statistiken					
Kennzahl | Asset	Gazprom	BP	Tata Motors	IBM	Adobe
Mittelwert	-0,15%	0,37%	0,52%	0,24%	1,91%
Median	-0,65%	-0,06%	-0,02%	0,26%	2,74%
Minimum	-24,79%	-33,65%	-30,94%	-23,66%	-17,62%
Maximum	24,52%	33,24%	46,50%	15,56%	21,68%
Volatilität	9,02%	8,19%	12,50%	5,31%	6,67%
Sharpe Ratio	-0,0196	0,0413	0,0398	0,0398	0,2821
5% Quantil	-13,40%	-9,28%	-17,69%	-7,95%	-8,95%
10% Quantil	-10,93%	-7,45%	-14,63%	-5,99%	-5,77%
90% Quantil	12,39%	9,73%	16,85%	6,25%	10,13%
95% Quantil	16,26%	11,57%	20,39%	6,72%	12,69%
Schiefe	22,37%	13,74%	56,78%	-76,49%	2,47%
Kurtosis	50,53%	422,68%	127,67%	323,40%	42,78%

Tabelle 2: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Deskriptive Statistiken

Asset Korrelationen					
Asset | Asset	Gazprom	BP	Tata Motors	IBM	Adobe
Gazprom	100%				
BP	53,53%	100%			
Tata Motors	34,42%	35,18%	100%		
IBM	32,90%	22,98%	29,84%	100%	
Adobe	35,83%	46,98%	34,89%	33,01%	100%

Tabelle 3: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien" – Asset Korrelationen

Ergebnisse der Regressionen						
Asset | Faktor	Alpha	Beta MKT	Beta SMB	Beta HML	Beta WML	**Beta BMG**
Gazprom	-0,0042	1,3525	0,2452	0,1770	-0,6801	**1,4211**
p-Wert	*0,512*	*0,000*	*0,601*	*0,662*	*0,018*	***0,000***
BP	-0,0047	1,4112	-0,9827	0,7492	0,2085	**0,9382**
p-Wert	*0,415*	*0,000*	*0,021*	*0,041*	*0,414*	***0,004***
Tata Motors	-0,0043	1,8887	0,8112	-0,8031	-0,6253	**0,6385**
p-Wert	*0,673*	*0,000*	*0,282*	*0,218*	*0,173*	***0,263***
IBM	-0,0028	0,7840	0,1897	-0,2444	-0,0864	**0,1733**
p-Wert	*0,540*	*0,000*	*0,569*	*0,396*	*0,669*	***0,492***
Adobe	0,0092	1,1329	-0,1402	-0,5238	0,2242	**0,0721**
p-Wert	*0,086*	*0,000*	*0,718*	*0,121*	*0,344*	***0,807***

Tabelle 4: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien" – Ergebnisse der Regressionen

4 Output: Carbon Betas und andere Faktor-Sensitivitäten

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Regressionsschätzung des um den Carbon Risiko Faktor *BMG* erweiterten Carhart (1997) Vierfaktorenmodells (Formel (3)) für die fünf ausgewählten Aktien. Die für die Abschätzung des Carbon Risikos zentrale Kennzahl ist das Carbon Beta (β_i^{bmg}). In der Tabelle wird für jede Aktie ein für den Gesamtzeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018 geschätztes Carbon Beta angegeben. Siehe Infobox 4 für mehr Informationen zur Interpretation der Regressionskoeffizienten.

Die p-Werte in Tabelle 4 zeigen, dass die Carbon Betas für die Aktien von BP und Gazprom auf einem Signifikanzniveau von 1% signifikant positiv sind. Die weiteren drei Aktien hingegen weisen keine signifikanten Carbon Betas auf. Es ist in diesem Zusammenhang zu beachten, dass der Schätzfehler bei der Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf Einzelaktien tendenziell größer ist als beispielsweise bei diversifizierten Portfolios und Fonds. Siehe Infobox 4 für detaillierte Ausführungen zum p-Wert.

Die weiteren Faktorbetas β_i^{mkt}, β_i^{smb}, β_i^{hml} und β_i^{wml} sind die Sensitivitäten bezüglich der anderen Risikofaktoren. Das *Markt*-Beta („Beta MKT"; β_i^{mkt}) ist für alle fünf Aktien signifikant positiv. Die Aktien der Unternehmen Gazprom, BP und insbesondere Tata Motors haben ein *Markt*-Beta von deutlich größer 1. Diese Aktien schwanken also (deutlich) mehr mit dem globalen Gesamtmarkt. Im Gegensatz dazu hat IBM mit 0,7840 ein *Markt*-Beta von deutlich unter 1 und schwankt daher weniger stark mit dem globalen Gesamtmarkt.

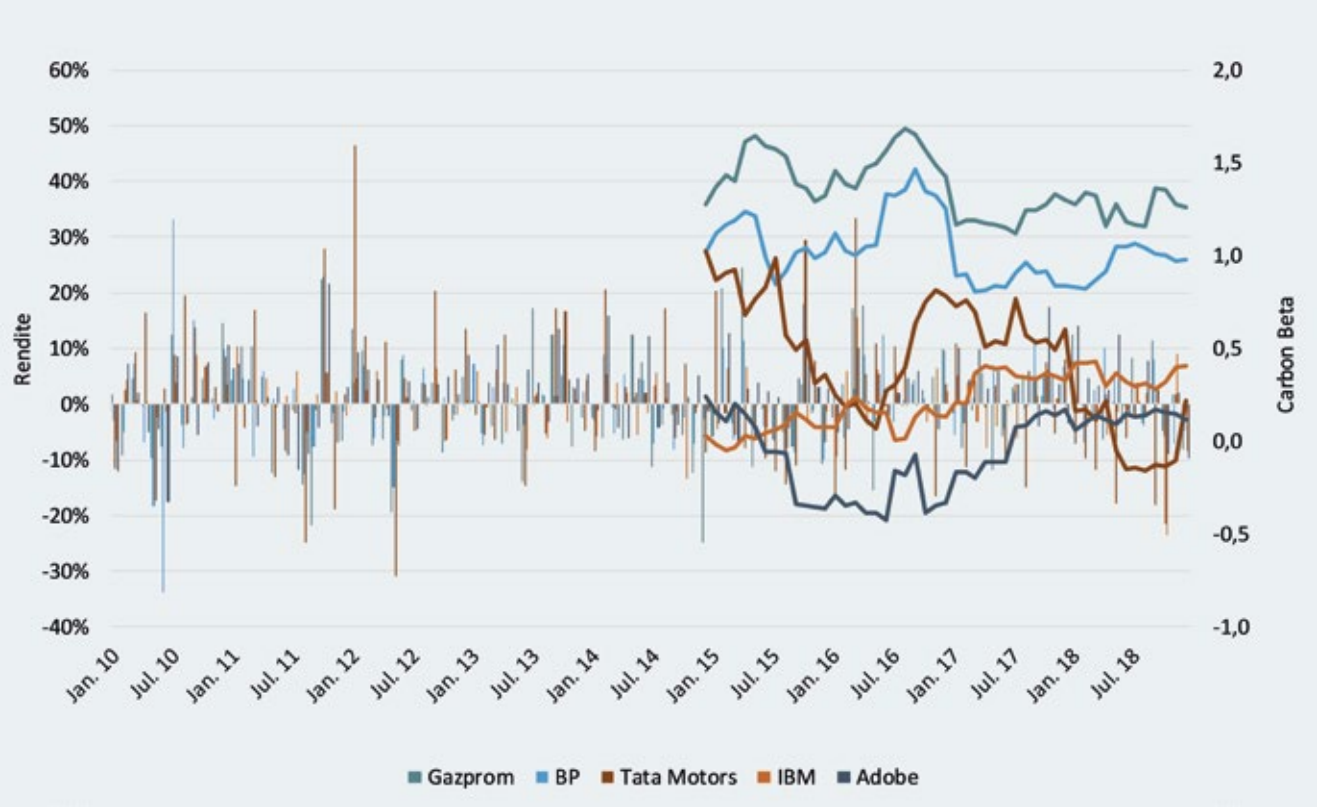
Für alle fünf Aktien werden recht niedrige und insignifikante Werte für die Alphas geschätzt. Das deutet in einem ersten Schritt darauf hin, dass das Modell insgesamt sehr gut darin ist, die durchschnittlichen Überschussrenditen der Aktien durch die Risikofaktoren zu erklären.

5 Output: Rollierende Carbon Betas von Aktien

Abbildung 10 zeigt für die fünf ausgewählten Aktien jeweils sowohl deren Überschussrenditen im Zeitablauf als auch das rollierend geschätzte Carbon Beta. Auf der vertikalen Primärachse (links) sind die Renditen in Prozent und auf der vertikalen Sekundärachse (rechts) die Carbon Betas abgetragen. Diese Darstellung ermöglicht es, Trends und Tendenzen sichtbar zu machen. Die rollierende Schätzung führt jedoch auch dazu, dass die Werte der Carbon Betas erst 60 Monate nach Beginn des Betrachtungszeitraums berechnet werden können.

Bei der Wahl des Schätzfensters gilt es, zwischen der Stabilität der geschätzten Betas und der Gewichtung aktuellerer Informationen aus der Renditezeitreihe abzuwägen. Je länger man das Schätzfenster wählt, desto stabiler wird einerseits die Schätzung der Carbon Betas, jedoch fließen andererseits auch mehr Informationen aus weiter zurückliegenden Renditen in die Schätzung ein.

Abbildung 10: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Carbon Betas von Aktien



Übertragen auf das rollierend geschätzte Carbon Beta bedeutet dies, dass sich kleinere Schwankungen des Carbon Betas teilweise auch auf Schätzfehler zurückführen lassen und somit zufällig sind. Das liegt unter anderem an der geringeren Stichprobengröße, die in die Regressionsschätzung eingeht. Es geht bei der Interpretation des Verlaufes der Carbon Betas daher also mehr um die Tendenz der Entwicklung der Carbon Betas als um jede Ausprägung im Verlauf.

Durch eine Veränderung des Parameters „Rolling Beta“ in der Auswahlbox „Abbildungseinstellungen“ kann alternativ auch ein über den gesamten Zeitraum konstantes Beta geschätzt und in der Abbildung dargestellt werden. In diesem Fall werden die Carbon Betas als horizontale Linie abgebildet.



INFOBOX 4

Statistische und finanzwirtschaftliche Kennzahlen

MITTELWERT

Der Mittelwert, auch arithmetisches Mittel genannt, ist der wohl bekannteste Lageparameter einer Verteilung. Die Berechnung erfolgt anhand folgender Formel: $\bar{r}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T} r_{i,t}$, wobei $r_{i,t}$ die Rendite von Asset *i* zum Zeitpunkt *t* ist. *T* bezeichnet die Anzahl der beobachteten Perioden.

MEDIAN

Der Median ist ein weiterer Lageparameter einer Verteilung und repräsentiert jenen Wert, der genau „in der Mitte" aller sortierten Werte liegt. Ist die Anzahl der Beobachtungen gerade und somit keine „echte Mitte" vorhanden, wird der Mittelwert (arithmetisches Mittel) der beiden „mittleren Werte" als Median definiert. Der Median hat somit die Eigenschaft, dass mindestens 50 Prozent der beobachteten Werte kleiner oder gleich dem Median und mindestens 50 Prozent der beobachteten Werte größer oder gleich dem Median sind. Er ist somit auch robust gegenüber Ausreißern.

MINIMUM

Das Minimum ist der jeweils kleinste Wert aller beobachteten Renditen.

MAXIMUM

Das Maximum ist der jeweils größte Wert aller beobachteten Renditen.

VOLATILITÄT

Die (historische) Volatilität, auch Standardabweichung genannt, ist ein Maß für die Schwankungsbreite und damit für das Risiko von Assets. Die Volatilität der Renditen der Assets wird für eine Stichprobe anhand folgender Formel berechnet: $\sigma_{r_i} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{T}(r_{i,t} - \bar{r}_i)^2}{T-1}}$.

SHARPE RATIO

Die Sharpe Ratio ist ein risikonormiertes Performancemaß, das die Überschussrendite eines Assets ins Verhältnis zur Volatilität der Renditen dieses Assets setzt. Die Sharpe Ratio eines Assets wird nach folgender Formel berechnet: $SR_i = \frac{\overline{er}_i}{\sigma_{r_i}}$.

α-QUANTIL

Ein (empirisches) Quantil ist ein Lageparameter und unterteilt die beobachteten Renditen so, dass der Anteil α der beobachteten Werte kleiner oder gleich dem empirischen α-Quantil und der Anteil (1−α) größer oder gleich dem empirischen α-Quantil ist. α kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Das 50%-Quantil entspricht demnach dem Median. Beispielsweise gibt das 5%-Quantil den Schwellenwert an, unter dem 5 Prozent aller beobachteten Werte, hier Renditen, liegen.

SCHIEFE

Die Schiefe ist das Moment dritter Ordnung einer Verteilung. Sie gibt Art und Stärke der Asymmetrie einer Häufigkeitsverteilung um ihren Mittelwert an.
Eine negative Schiefe zeigt eine Verteilung an, deren Gipfel sich tendenziell hin zu Werten größer dem Mittelwert orientiert (linksschief). Eine positive Schiefe zeigt hingegen eine Verteilung an, deren Gipfel sich tendenziell hin zu Werten kleiner dem Mittelwert orientiert (rechtsschief).

KURTOSIS (WÖLBUNG)

Die Kurtosis ist das Moment vierter Ordnung einer Verteilung. Der im Excel-Tool dargestellte Wert beschreibt die Differenz der Kurtosis der vorgegebenen Verteilung und der Kurtosis einer Normalverteilung, die den Wert 3 hat. Dieser Wert wird als „Exzess" bezeichnet. Bei Werten kleiner 0 ist die Kurtosis geringer als die einer Normalverteilung. In diesem Fall spricht man von einer flachgipfligen (platykurtischen) Verteilung. Bei Werten größer 0 ist die Verteilung „breiter" als eine Normalverteilung und man spricht von einer steilgipfligen (leptokurtischen) Verteilung.

BRAVAIS-PEARSON-KORRELATIONS-KOEFFIZIENT

Der Korrelationskoeffizient misst den Grad des linearen Zusammenhangs zweier Variablen, in diesem Fall zweier Renditezeitreihen. Er kann Werte zwischen −1 und +1 annehmen. Negative Korrelationen deuten auf einen negativen Zusammenhang hin. Höhere Renditen einer Aktie A gehen also tendenziell mit niedrigeren Renditen einer Aktie B einher und umgekehrt. Bei positiven Korrelationen ist der lineare Zusammenhang positiv, das heißt hohe Renditen einer Aktie A gehen tendenziell mit hohen Renditen einer Aktie B einher und umgekehrt. Je näher der Korrelationskoeffizient bei Null liegt, desto schwächer ist der lineare Zusammenhang. Eine Korrelation von 0 bedeutet, dass kein linearer Zusammenhang existiert.

P-WERT

Der p-Wert ist eine wesentliche Größe bei Hypothesentests und wird allgemein zur Auswertung statistischer Tests verwendet. Der p-Wert kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen und gibt die Wahrscheinlichkeit dafür an, das Testergebnis oder ein noch extremeres Ergebnis zu erhalten, wenn die sogenannte Nullhypothese zutrifft. Somit ist der p-Wert im Excel-Tool eine Hilfe zur Abschätzung der Signifikanz der einzelnen Regressionskoeffizienten. Die Nullhypothese lautet grundsätzlich, dass der Koeffizient gleich Null ist.

PARAMETER EINES REGRESSIONS-MODELLS α_i UND β_i^x

Ziel der Regressionsanalyse ist es, die Beziehung zwischen einer abhängigen, erklärten Variablen y_i und einer oder mehrerer unabhängigen, erklärenden Variablen x_i zu modellieren.
Konkret werden im CARIMA-Konzept Überschussrenditen eines Assets durch die Renditen mehrerer Faktoren erklärt, also der Zusammenhang zwischen den Überschussrenditen y_i und den Renditen der Faktoren x_i modelliert. Ergebnisse der Regressionen sind die Regressionskonstante α_i und die Steigungskoeffizienten β_i^x.
Die Regressionskonstante α_i entspricht dem Durchschnitt der durch das Modell nicht erklärten Überschussrenditen. β_i^x beschreibt die marginale Veränderung der Überschussrendite y_i bei einer marginalen Änderung der Variablen x_i.
β_i^{bmg} gibt beispielsweise an, wie sich die erwartete Überschussrendite einer Aktie *i* bei einer Änderung des Carbon Risiko Faktors *BMG* um einen Prozentpunkt ändert. β_i^{bmg} kann somit auch als Sensitivität der Aktie *i* gegenüber dem Carbon Risiko Faktor *BMG* bezeichnet werden.
Zur Bestimmung der Schätzparameter wird die Methode der kleinsten Quadrate (OLS) verwendet.

VALUE-AT-RISK (VAR)

Der Value-at-Risk (VaR) ist eine Risikokennzahl, die unter anderem im Portfolio Management eingesetzt wird. Der VaR gibt für ein bestimmtes Zeitintervall die maximale Verlusthöhe an, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (zum Beispiel 95 Prozent) nicht überschritten wird.

CONDITIONAL VALUE-AT-RISK (CVAR)

Der Conditional Value-at-Risk (CVaR) baut auf dem Konzept des VaR auf. Er ist der durchschnittlich erwartete Verlust, wenn der VaR überschritten ist. Der CVaR ist somit stets größer als der VaR.

3.4 Case Study: Zeitvariable Carbon Betas von Aktien

Im Folgenden wird auf der Basis eines Anwendungsbeispiels gezeigt, wie sich eine Veränderung der empirischen Carbon Betas über die Zeit möglicherweise erklären lassen könnte. Ausgangspunkt ist, dass sich über strukturelle Veränderungen im operativen Geschäft von Unternehmen Auswirkungen auf das Carbon Beta ergeben können.

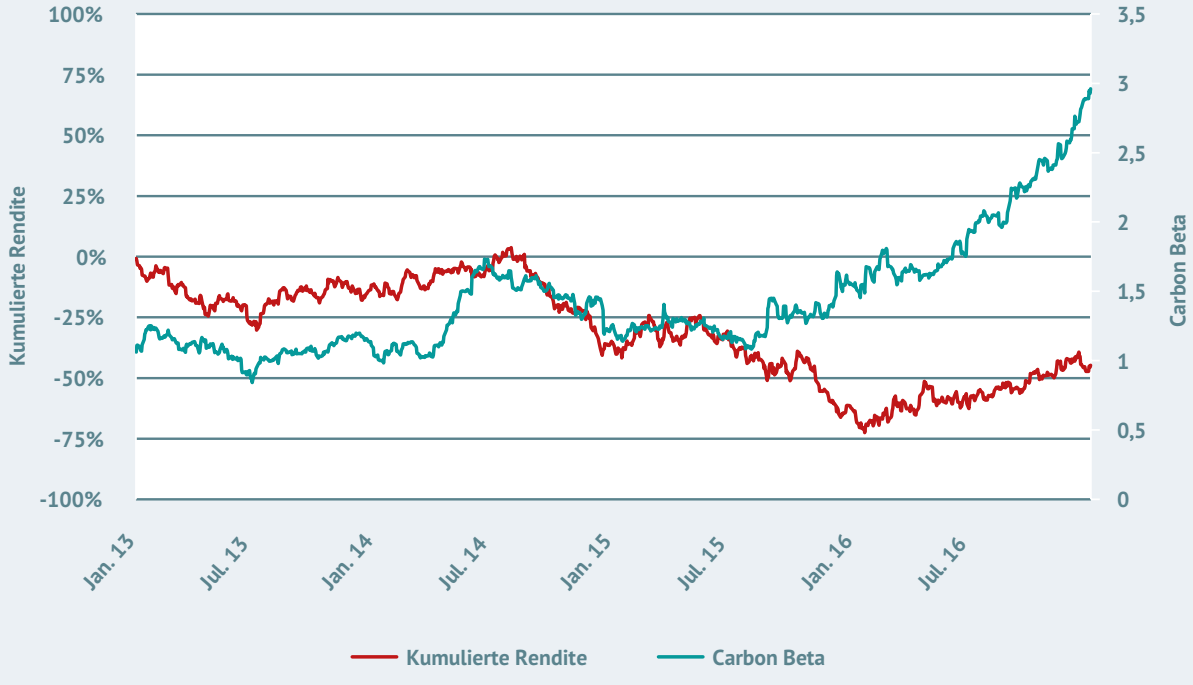
Zeitvariable Carbon Betas ermöglichen Analysen über die Auswirkungen struktureller Veränderungen eines Unternehmens auf dessen Carbon Risiko.

Die folgende Case Study erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder rigoroser Wissenschaftlichkeit, sondern soll primär verdeutlichen, wie und zu welchem Zweck Carbon Betas in der Unternehmensanalyse eingesetzt werden können.

Das Carbon Beta von BHP Billiton

Abbildung 11 zeigt die kumulierte Aktienrendite des australisch-britischen Rohstoffkonzerns BHP Billiton von Januar 2013 bis November 2016. Deutlich zu erkennen ist ein Rückgang der kumulierten Rendite ab Mitte 2014, der durch sinkende Rohstoffpreise zu erklären ist. Unter anderem führten diese dazu, dass das Unternehmen Ende 2014 ankündigte, einen Teil des Geschäftsportfolios Mitte 2015 auszugliedern.

Abbildung 11: Kumulierte Rendite und rollierendes Carbon Beta von BHP Billiton im Zeitablauf





Neben den kumulierten Renditen findet sich in Abbildung 11 das zeitvariable Carbon Beta, das für jeden Zeitpunkt über die vergangenen 250 Tage auf Basis täglicher Renditen rollierend geschätzt wurde. Anhand des Verlaufs der Carbon Betas kann die zeitliche Veränderung der Einschätzung des Kapitalmarktes hinsichtlich des Carbon Risikos des Unternehmens nachvollzogen werden.

Es fällt zunächst auf, dass ab Mitte 2015 ein deutlicher Anstieg des Carbon Betas zu beobachten ist. Es liegt in diesem Fall nahe, dass dieser Anstieg auf strukturelle Veränderungen im Tagesgeschäft durch die Abspaltung von Geschäftsteilen erklärt werden kann. Hintergrund ist, dass sich seit diesem Zeitpunkt BHP Billiton wieder auf das ursprüngliche Kerngeschäft Eisenerz, Kohle, Kupfer, Erdöl und Kali konzentrierte. Gegenüber dem abgespaltenen Geschäftsbereich Metalle ist das Kerngeschäft deutlich CO_2-intensiver. Daraus ergibt sich in Summe ein erhöhtes Carbon Risiko, was sich offensichtlich auch in den Aktienkursen in Form des über die Zeit gestiegenen Carbon Betas niedergeschlagen hat.

1 https://www.bhp.com/
2 https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/bergbaukonzern-bhp-billiton-leidet-unter-rohstoff-preisverfall/12230126.html
3 https://www.bhp.com/media-and-insights/news-releases/2014/12/new-company-to-be-named-south32
4 https://www.bhp.com/-/media/bhp/documents/investors/demerger/150317_demergerofsouth32shareholdercircular.pdf?la=en

3.5 Unternehmensanleihen*

Ähnlich wie im Falle der Eigenkapitalfinanzierung, beispielsweise über Aktien, stellt sich auch im Bereich der Fremdkapitalfinanzierung die Frage, wie sich Carbon Risiken quantifizieren lassen. Dieser Abschnitt geht daher auf die Messung der Carbon Risiken von Unternehmensanleihen (Corporate Bonds) ein.

Auswahl eines Faktormodells

Das Carbon Risiko von Unternehmensanleihen wird im Weiteren über zwei verschiedene Faktormodelle bestimmt, die für die Erklärung der Renditen von Unternehmensanleihen spezifiziert sind. Diese basieren auf den Modellen von Fama und French (1993) sowie Elton, Gruber und Blake (1995).

Bei dem Anleihe-Modell nach Fama und French (1993) handelt es sich um eine Erweiterung des gängigen Dreifaktorenmodells, das zur Erklärung von Aktienrenditen verwendet wird. Das Modell wird zur Erklärung von Anleiherenditen um zwei Bond-Faktoren erweitert. Der Faktor *Term* bildet die Steigung der Zinsstrukturkurve ab und ergibt sich aus der Differenz der Renditen langfristiger und kurzfristiger Staatsanleihen, also dem risikolosen Zinssatz. Der Default-Faktor *Def* spiegelt die Ausfallprämie in den Renditen von Bonds niedriger Bonität wider. Diese ergibt sich aus der Differenz von Renditen langfristiger risikobehafteter sowie langfristiger risikofreier Anleihen. Der Carbon Risiko Faktor *BMG* wird ebenso als erklärende Variable zur Quantifizierung des Carbon Risikos hinzugefügt, sodass sich folgendes Regressionsmodell ergibt:

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{term} Term_t + \beta_i^{def} Def_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

Mit:

- $er_{i,t}$ = Rendite der Anleihe eines Unternehmens i abzüglich der Rendite einer risikolosen Anlage in Periode t (Überschussrendite).
- $er_{M,t}$ = Überschussrendite des globalen Aktienmarktes in Periode t.
- SMB_t = Rendite des globalen Size-Faktors in Periode t.
- HML_t = Rendite des globalen Value-Faktors in Periode t.
- $Term_t$ = Rendite des Zinsänderungsrisiko-Faktors, die sich aus der Differenz der Renditen langfristiger und kurzfristiger Staatsanleihen ergibt, in Periode t. Die Rendite kurzfristiger Staatsanleihen entspricht dabei dem risikolosen Zinssatz.
- Def_t = Rendite des Ausfallrisiko-Faktors, die sich aus der Differenz der Renditen langfristiger risikobehafteter Anleihen und langfristiger risikofreier Anleihen ergibt, in Periode t.
- BMG_t = Rendite des globalen Carbon Risiko Faktors *BMG* in Periode t.
- α_i, β_i^{mkt}, β_i^{smb}, β_i^{hml}, β_i^{term} und β_i^{def} = Parameter α_i und β_i^{x} des Faktormodells.
- β_i^{bmg} = Carbon Beta der Anleihe des Unternehmens i. Diese Kennzahl dient als zentrales Carbon Risiko-Maß.

Daneben werden oftmals Faktormodelle auf Basis eines Modells von Elton, Gruber und Blake (1995) verwendet. Um die Zinsstrukturkurve detaillierter abbilden zu können, werden in diesen Modellen Unternehmensanleihen-Indizes mit unterschiedlichen Laufzeitbändern als erklärende Faktoren verwendet. Im folgenden Modell werden deshalb globale Unternehmensanleihen-Indizes mit hoher Bonität verwendet, die jeweils 1-3-jährige, 3-5-jährige, 5-7-jährige, 7-10-jährige und 10+-jährige Anleihen enthalten. Außerdem werden ein Unternehmensanleihen-Index mit 1-10-jährigen Hochzinsanleihen sowie ein Staatsanleihen-Index mit 1-10-jährigen Anleihen als erklärende Faktoren im Regressionsmodell verwendet:

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{1\text{-}3\text{-}CB}\, 1\text{-}3\text{-}CB_t + \beta_i^{3\text{-}5\text{-}CB}\, 3\text{-}5\text{-}CB_t + \beta_i^{5\text{-}7\text{-}CB}\, 5\text{-}7\text{-}CB_t + \beta_i^{7\text{-}10\text{-}CB}\, 7\text{-}10\text{-}CB_t + \beta_i^{10+\text{-}CB}\, 10+\text{-}CB_t + \beta_i^{1\text{-}10\text{-}HY\text{-}CB}\, 1\text{-}10\text{-}HY\text{-}CB_t + \beta_i^{1\text{-}10\text{-}GB}\, 1\text{-}10\text{-}GB_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

Mit:

- $er_{i,t}$ = Rendite der Anleihe eines Unternehmens *i* abzüglich der Rendite einer risikolosen Anlage in Periode *t* (Überschussrendite).
- $er_{M,t}$ = Überschussrendite des globalen Aktienmarktes in Periode *t*.
- 1-3-CB_t = Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 1- bis 3-jährigen Laufzeiten enthält, in Periode *t*.
- 3-5-CB_t = Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 3- bis 5-jährigen Laufzeiten enthält, in Periode *t*.
- 5-7-CB_t = Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 5- bis 7-jährigen Laufzeiten enthält, in Periode *t*.
- 7-10-CB_t = Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit 7- bis 10-jährigen Laufzeiten enthält, in Periode *t*.
- 10+-CB_t = Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index hoher Bonität, der Anleihen mit Laufzeiten von mehr als 10 Jahren enthält, in Periode *t*.
- 1-10-*HY*-CB_t = Rendite eines globalen Unternehmensanleihen-Index, der Hochzinsanleihen mit 1- bis 10-jährigen Laufzeiten enthält, in Periode *t*.
- 1-10-GB_t = Rendite eines Staatsanleihen-Index, der Staatsanleihen mit 1- bis 10-jährigen Laufzeiten enthält, in Periode *t*.
- BMG_t = Rendite des globalen Carbon Risiko Faktors *BMG* in Periode *t*.
- α_i, β_i^{mkt}, $\beta_i^{1\text{-}3\text{-}CB}$, $\beta_i^{3\text{-}5\text{-}CB}$, $\beta_i^{5\text{-}7\text{-}CB}$, $\beta_i^{7\text{-}10\text{-}CB}$, $\beta_i^{10+\text{-}CB}$, $\beta_i^{1\text{-}10\text{-}HY\text{-}CB}$, $\beta_i^{1\text{-}10\text{-}GB}$ = Parameter α_i und β_i^x des Faktormodells.
- β_i^{bmg} = Carbon Beta der Anleihe eines Unternehmens *i*. Diese Kennzahl dient auch hier wieder als zentrales Maß für das Carbon Risiko.

Für detaillierte Informationen über die Regressionsparameter und deren Bedeutung beziehungsweise Interpretation siehe Infobox 4.

Allgemeine Interpretation des Carbon Betas

Die Interpretation des Carbon Betas von Unternehmensanleihen ist der Interpretation der Carbon Betas von Aktien sehr ähnlich: Wenn unerwartete Veränderungen im Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy auftreten, wird der Wert einer Unternehmensanleihe und mithin der Wert des Fremdkapitals des Unternehmens mit einem signifikant negativen Carbon Beta in der Erwartung positiv beeinflusst.

Im Gegensatz dazu wird eine Unternehmensanleihe beziehungsweise das Fremdkapital eines Unternehmens mit einem signifikant positiven Carbon Beta negativ auf solche Veränderungen reagieren. Ein Carbon Beta nahe Null zeigt hingegen an, dass der Wert der Unternehmensanleihe durchschnittlich von unerwarteten Veränderungen im Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy beeinflusst wird. Eine Implementierung beider Faktormodelle findet sich im begleitenden Excel-Tool.



Auch für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf Unternehmensanleihen gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Anleihen“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.

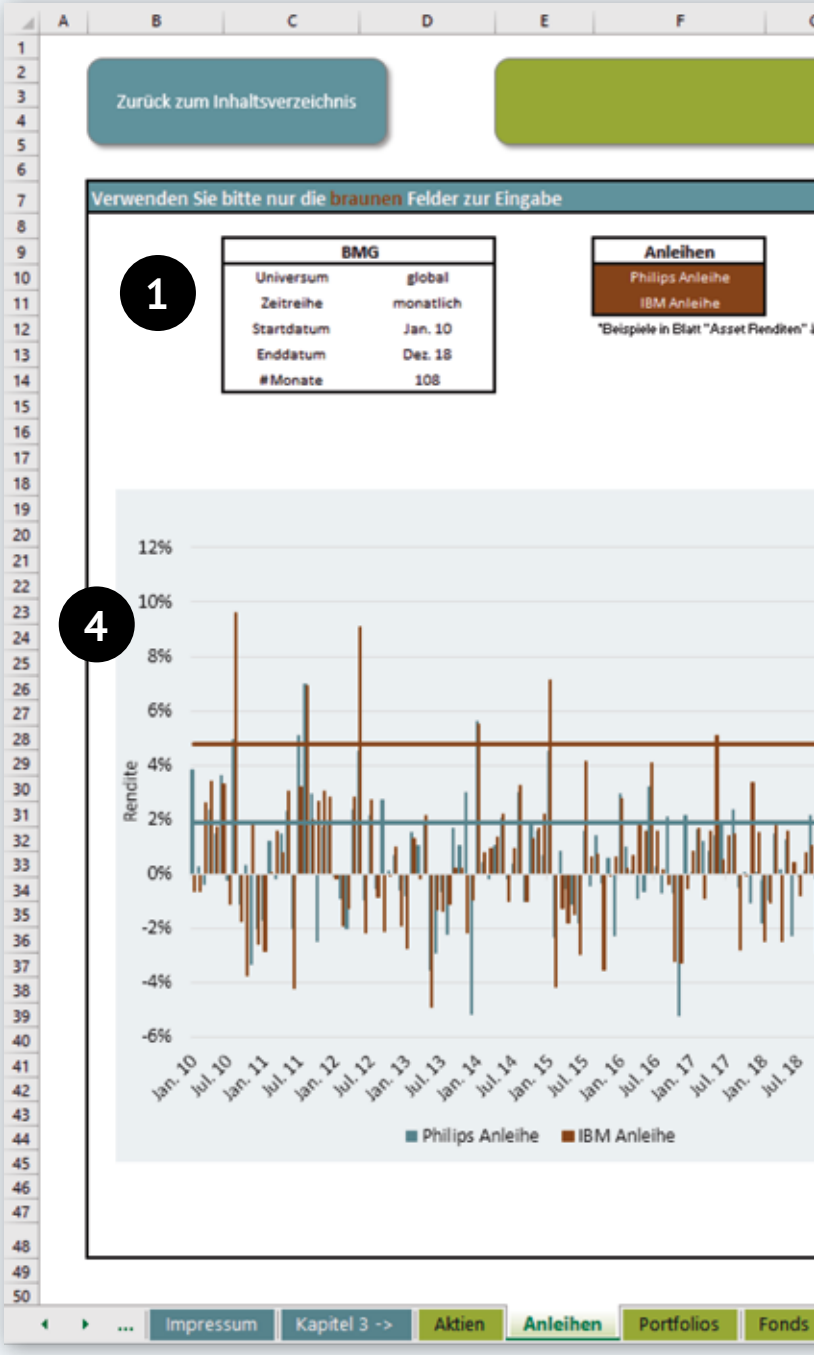
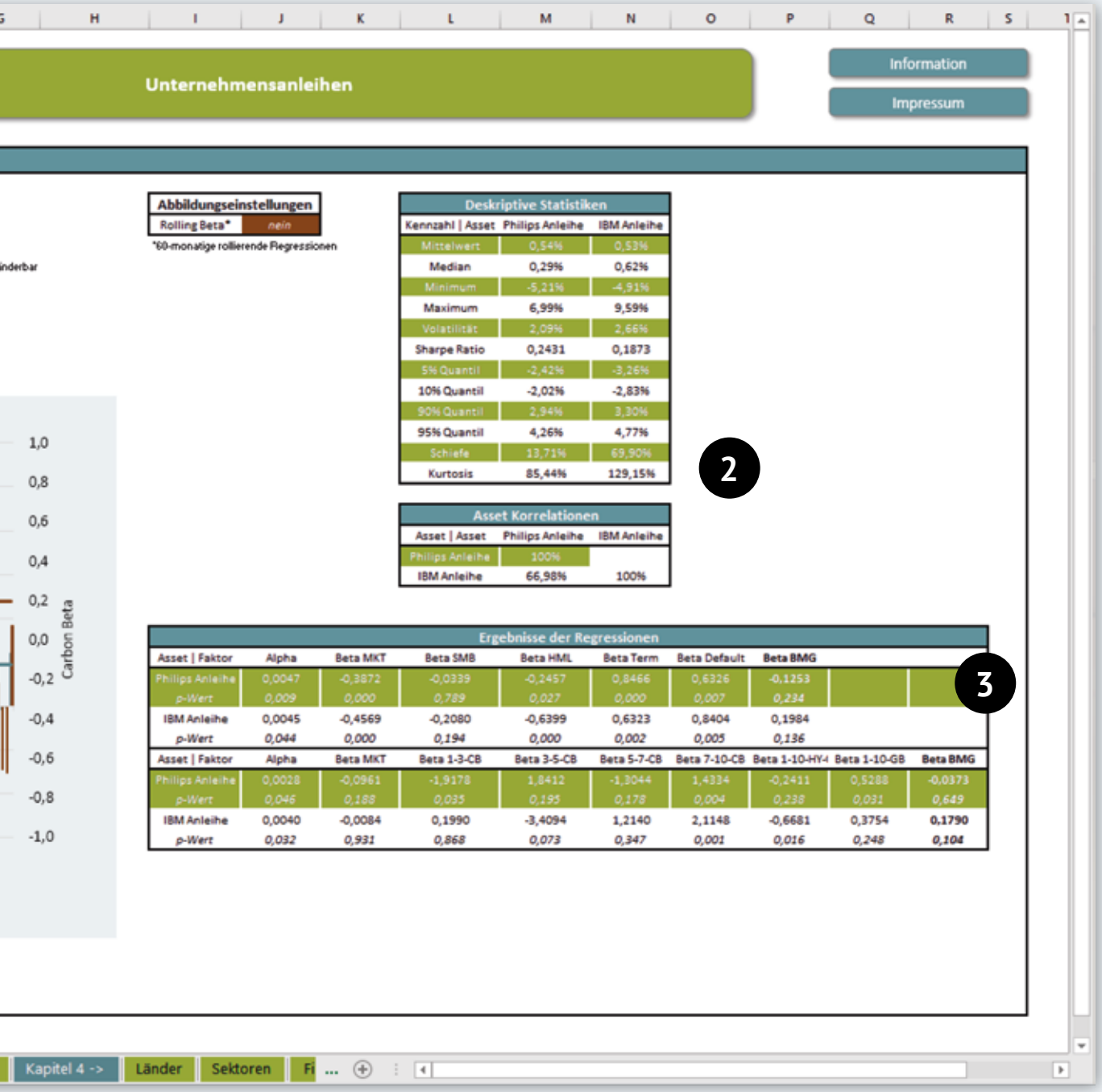


Abbildung 12: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“


Unternehmensanleihen
Information
Impressum
Abbildungseinstellungen
Rolling Beta*
nein
*60-monatige rollierende Regressionen
Deskriptive Statistiken
Kennzahl | Asset
Philips Anleihe
IBM Anleihe
Mittelwert 0,54% 0,53%
Median 0,29% 0,62%
Minimum -5,21% -4,91%
Maximum 6,99% 9,59%
Volatilität 2,09% 2,66%
Sharpe Ratio 0,2431 0,1873
5% Quantil -2,42% -3,26%
10% Quantil -2,02% -2,83%
90% Quantil 2,94% 3,30%
95% Quantil 4,26% 4,77%
Schiefe 13,71% 69,90%
Kurtosis 85,44% 129,15%
2
Asset Korrelationen
Asset | Asset
Philips Anleihe
IBM Anleihe
Philips Anleihe 100%
IBM Anleihe 66,98% 100%
Ergebnisse der Regressionen
Asset | Faktor Alpha Beta MKT Beta SMB Beta HML Beta Term Beta Default Beta BMG
Philips Anleihe 0,0047 -0,3872 -0,0339 -0,2457 0,8466 0,6326 -0,1253
p-Wert 0,009 0,000 0,789 0,027 0,000 0,007 0,234
IBM Anleihe 0,0045 -0,4569 -0,2080 -0,6399 0,6323 0,8404 0,1984
p-Wert 0,044 0,000 0,194 0,000 0,002 0,005 0,136
3
Asset | Faktor Alpha Beta MKT Beta 1-3-CB Beta 3-5-CB Beta 5-7-CB Beta 7-10-CB Beta 1-10-HY-I Beta 1-10-GB Beta BMG
Philips Anleihe 0,0028 -0,0961 -1,9178 1,8412 -1,3044 1,4334 -0,2411 0,5288 -0,0373
p-Wert 0,046 0,188 0,035 0,195 0,178 0,004 0,238 0,031 0,649
IBM Anleihe 0,0040 -0,0084 0,1990 -3,4094 1,2140 2,1148 -0,6681 0,3754 0,1790
p-Wert 0,032 0,931 0,868 0,073 0,347 0,001 0,016 0,248 0,104
Carbon Beta
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
-0,2
-0,4
-0,6
-0,8
-1,0
Kapitel 4 ->
Länder
Sektoren

1

Input: Carbon Risiko Faktor *BMG* sowie zu analysierende Anleihen

Der Aufbau und die Bedienung des Arbeitsblattes „Anleihen“ sind weitestgehend analog zum Arbeitsblatt „Aktien“. In der Box „BMG“ werden zunächst wieder die zentralen Eigenschaften des monatlichen Carbon Risiko Faktors *BMG* dargestellt. Die Zeitreihe des Carbon Risiko Faktors *BMG* kann bei Bedarf im Arbeitsblatt „BMG“ geändert werden.

In der Auswahlbox „Anleihen“ können zwei Unternehmensanleihen gleichzeitig zur Analyse ausgewählt werden. Die Zeitreihen der Überschussrenditen der beiden Beispiel-Anleihen sind im Tabellenblatt „Asset Renditen“ hinterlegt und können dort durch die Renditen anderer Anleihen ersetzt werden.

Input: Auswahl konstanter oder rollierender Carbon Betas

In der Auswahlbox „Abbildungseinstellungen“ findet sich auch hier die Option, das Carbon Beta entweder konstant oder rollierend darzustellen. Bei der rollierenden Schätzung werden für einen bestimmten Zeitpunkt die jeweils letzten 60 monatlichen Renditen (fünf Jahre) zur Schätzung des Carbon Betas verwendet. Andernfalls wird ein konstantes Carbon Beta für den gesamten Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018 geschätzt, sofern für diesen Zeitraum Überschussrenditen der Unternehmensanleihen vorliegen.



Abbildung 13: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Auswahlboxen

2 Output: Diverse statistische und finanzwirtschaftliche Kennzahlen bezüglich der Renditen der Unternehmensanleihen

In Tabelle 5 „Deskriptive Statistiken und Asset Korrelationen“ werden im oberen Teil der Tabelle einige statistische Kennzahlen der historischen Renditezeitreihen der beiden Beispiel-Anleihen dargestellt: Mittelwert, Median, Minimum, Maximum, Volatilität, Sharpe Ratio, die 5%-, 10%-, 90%- und 95%-Quantile, Schiefe sowie Kurtosis. Außerdem werden die Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizienten der Zeitreihen der Anleiherenditen im unteren Teil der Tabelle angegeben.

Die durchschnittlichen monatlichen Renditen beider Unternehmensanleihen sind positiv und in der Höhe ähnlich, die Volatilitäten der Renditen deutlich geringer als die der Aktien. Die Korrelationskoeffizienten sind wesentlich höher als die der Beispiel-Aktien in Abschnitt 3.3.

Deskriptive Statistiken		
Kennzahl | Asset	Philips Anleih	IBM Anleihe
Mittelwert	0,54%	0,53%
Median	0,29%	0,62%
Minimum	-5,21%	-4,91%
Maximum	6,99%	9,59%
Volatilität	2,09%	2,66%
Sharpe Ratio	0,2431	0,1873
5% Quantil	-2,42%	-3,26%
10% Quantil	-2,02%	-2,83%
90% Quantil	2,94%	3,30%
95% Quantil	4,26%	4,77%
Schiefe	13,71%	69,90%
Kurtosis	85,44%	129,15%

Asset Korrelationen		
Asset | Asset	Philips Anleih	IBM Anleihe
Philips Anleihe	100%	
IBM Anleihe	66,98%	100%

Tabelle 5: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Deskriptive Statistiken und Asset Korrelationen

Ergebnisse der Regressionen									
Asset | Faktor	Alpha	Beta MKT	Beta SMB	Beta HML	Beta Term	Beta Default	**Beta BMG**		
Philips Anleihe	0,0047	-0,3872	-0,0339	-0,2457	0,8466	0,6326	**-0,1253**		
p-Wert	*0,009*	*0,000*	*0,789*	*0,027*	*0,000*	*0,007*	***0,234***		
IBM Anleihe	0,0045	-0,4569	-0,2080	-0,6399	0,6323	0,8404	0,1984		
p-Wert	*0,044*	*0,000*	*0,194*	*0,000*	*0,002*	*0,005*	*0,136*		
Asset | Faktor	Alpha	Beta MKT	Beta 1-3-CB	Beta 3-5-CB	Beta 5-7-CB	Beta 7-10-CB	Beta 1-10-HY-(	Beta 1-10-GB	**Beta BMG**
Philips Anleihe	0,0028	-0,0961	-1,9178	1,8412	-1,3044	1,4334	-0,2411	0,5288	**-0,0373**
p-Wert	*0,046*	*0,188*	*0,035*	*0,195*	*0,178*	*0,004*	*0,238*	*0,031*	***0,649***
IBM Anleihe	0,0040	-0,0084	0,1990	-3,4094	1,2140	2,1148	-0,6681	0,3754	**0,1790**
p-Wert	*0,032*	*0,931*	*0,868*	*0,073*	*0,347*	*0,001*	*0,016*	*0,248*	***0,104***

Tabelle 6: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Ergebnisse der Regressionen

3 Output: Carbon Betas und andere Faktor-Sensitivitäten

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse des Anleihemodells nach Fama und French (1993) im oberen Teil beziehungsweise auf Basis des Modells nach Elton, Gruber und Blake (1995) im unteren Teil der Tabelle.

Bei der Beispiel-Anleihe von Philips handelt es sich um eine Anleihe mit einem fixen Kupon in Höhe von 7,2%. Die Anleihe hat ein Moody's Rating von Baa1 beziehungsweise ein Fitch Rating von A- und wurde 1996 aufgelegt. Sie läuft noch bis einschließlich 2026. Die Anleihe von IBM mit einem fixen Kupon in Höhe von 8% läuft von 2008 bis 2038. Moody's bewertet die Anleihe in ihrem Rating mit A1, während Fitch ein A vergibt.

Die Ergebnisse beider Modelle sind hinsichtlich der Vorzeichen der geschätzten Carbon Betas konsistent. So weist die Anleihe von Philips in beiden Modellen ein leicht negatives Carbon Beta auf, während die Anleihe von IBM ein leicht positives Carbon Beta zeigt. Gemäß den p-Werten sind diese Ergebnisse jedoch durchgehend nicht signifikant, was sich insbesondere darauf zurückführen lässt, dass Renditen von Anleihen hauptsächlich von Änderungen der Zinsstrukturkurve beeinflusst werden. Dies ist auch an den teilweise hochsignifikanten Betas der spezifischen Anleihefaktoren erkennbar.

Das Carbon Risiko wirkt aber vor allem über das Ausfall- oder Bonitätsrisiko auf den Wert von Unternehmensanleihen. Wenn man nun davon ausgeht, dass dieses Ausfallrisiko niedrig ist und zudem nur ein Teil dieses Risikos überhaupt auf das Carbon Risiko zurückzuführen ist, so ist es durchaus plausibel, dass die geschätzten Carbon Betas gering und nicht signifikant sind. Bei Anleihen mit höheren Bonitätsrisiken ist zu vermuten, dass auch das Carbon Risiko höher ist. Für weitere Ausführungen zum Zusammenhang zwischen Bonitätsrisiko und Carbon Risiko siehe Abschnitt 3.6.

4 Output: Konstante Carbon Betas von Unternehmensanleihen

Abbildung 14 zeigt für die zwei Beispiel-Anleihen sowohl deren Überschussrenditen im Zeitablauf als auch das auf Basis des Anleihe-Modells nach Fama und French (1993) konstant berechnete Carbon Beta. Auf der vertikalen Primärachse (links) sind die Renditen in Prozent und auf der vertikalen Sekundärachse (rechts) die Carbon Betas abgetragen. Durch eine Veränderung des Parameters „Rolling Beta“ in der Auswahlbox „Abbildungseinstellungen“ können rollierende Carbon Betas der Anleihen geschätzt werden.

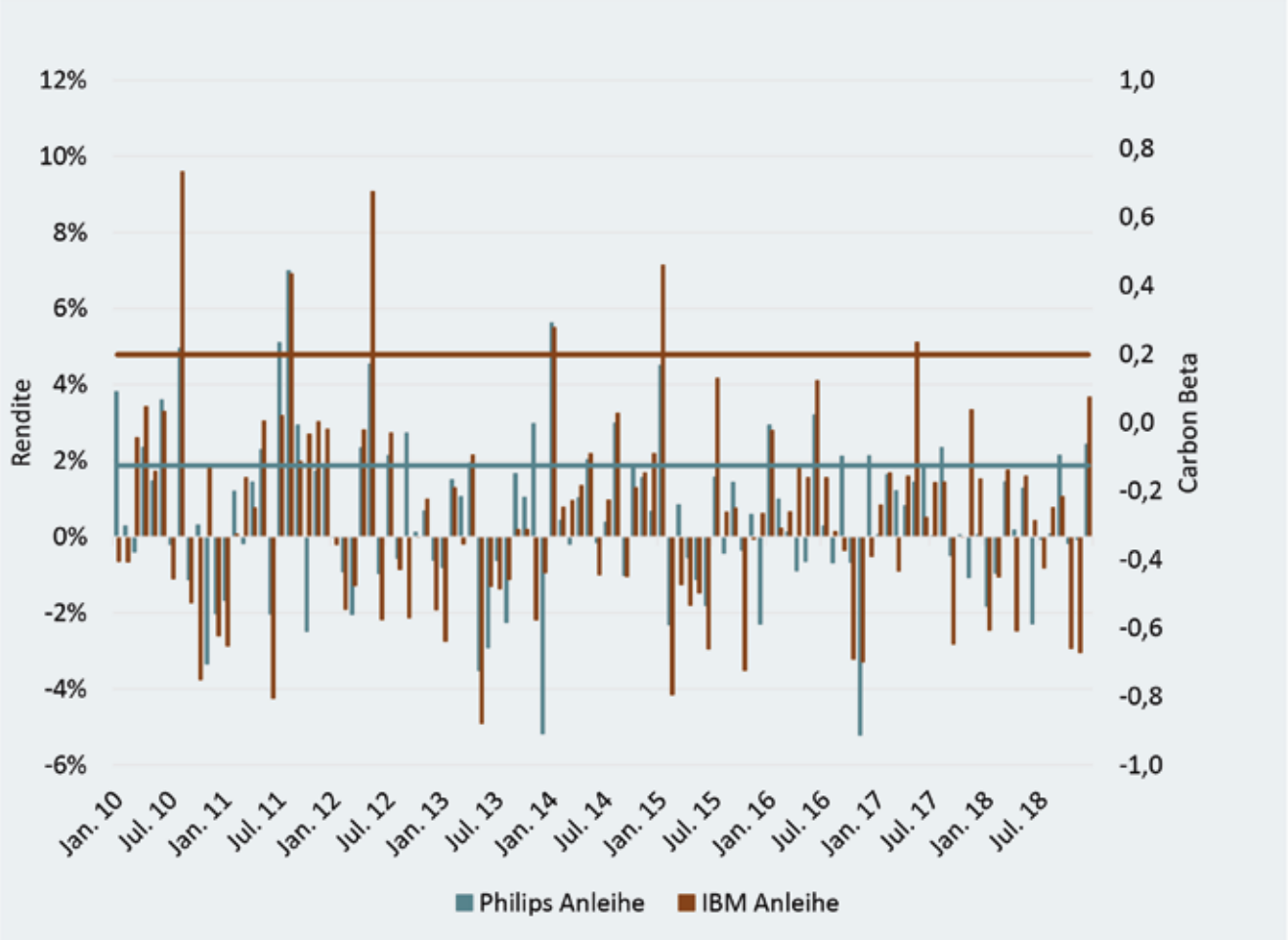


Abbildung 14: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Carbon Betas von Anleihen

3.6 Kredite

Im Zentrum des CARIMA-Konzeptes steht die Quantifizierung von Carbon Risiken für Finanztitel, die am Kapitalmarkt gehandelt werden, für die potentiell historische Renditezeitreihen vorliegen. In diesem Abschnitt des Handbuchs wird auf die Frage eingegangen, ob und inwieweit es möglich ist, auch die Carbon Risiken für Kredite zu bestimmen, für die typischerweise keine historischen Zeitreihen der Renditen beziehungsweise historische Zeitreihen der (Bar-)Werte vorliegen.

Carbon Risiken in Krediten wirken im Wesentlichen über die Ausfallrisiken der Kredite

Kredite sind im Allgemeinen insbesondere Ausfallrisiken (oder Bonitätsrisiken), Zinsrisiken und Währungsrisiken ausgesetzt. Das Carbon Risiko wirkt auf den Wert eines Kredites vor allem über das Ausfallrisiko, denn bei unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy können sich auch die Ausfallwahrscheinlichkeiten der Kredite ändern. So ist beispielsweise davon auszugehen, dass sich die Ausfallwahrscheinlichkeit für Kredite „brauner“ Unternehmen erhöht, wenn sich eine unerwartete Beschleunigung des Transitionsprozesses der Wirtschaft ergibt.

Das Carbon Risiko von Krediten kann durch eine Übertragung des Carbon Betas von Unternehmensanleihen und Aktien bestimmt werden.

Im weiteren Teil des Handbuchs sind grundlegende Überlegungen für die Anwender zusammengestellt, die die Messung des Carbon Risikos von Krediten über das CARIMA-Konzept vornehmen möchten.

Übertragbarkeit des Carbon Betas auf Kredite

Das Carbon Beta für Kredite kann nicht direkt gemessen werden, da es, anders als beispielsweise bei Aktien oder Anleihen, typischerweise keine Marktpreise und somit auch keine historischen Renditezeitreihen für Kredite gibt. Ohne diese Renditezeitreihen kann keine direkte Schätzung des Carbon Betas etwa über ein Faktormodell erfolgen. Unter bestimmten Voraussetzungen lassen sich aus den Carbon Betas von Aktien und Unternehmensanleihen die Carbon Betas von Krediten dennoch mehr oder weniger genau abschätzen.

Um die verschiedenen Möglichkeiten systematisch darzustellen, werden vier Fallunterscheidungen A bis D vorgenommen, die in der folgenden Tabelle 7 zusammengefasst sind.

A: Übertragung des Carbon Betas der Unternehmensanleihe auf das Carbon Beta des Kredits

Dieser Fall ist beispielsweise relevant für nicht-börsennotierte Unternehmen (für die daher auch keine Renditezeitreihen für Aktien vorliegen), die aber so groß sind, dass sie sich über die Emission von Unternehmensanleihen am Kapitalmarkt finanzieren können.

Wenn ein Unternehmen eine Unternehmensanleihe emittiert hat und dafür das Carbon Beta bekannt ist (siehe dazu Abschnitt 3.5), kann daraus das Carbon Beta der Kredite abgeleitet werden. Wenn die Eigenschaften dieser Unternehmensanleihe und des Kredites identisch sind, sind auch die Carbon Betas dieser beiden Finanztitel identisch. Dieser Idealfall wird allerdings selten vorliegen. Insbesondere müssten die Laufzeit, die Tilgung und die

	Carbon Beta der Aktie desselben Unternehmens ist bekannt	Carbon Beta der Aktie desselben Unternehmens ist unbekannt
Carbon Beta einer Unternehmensanleihe desselben Unternehmens ist bekannt	**C** Übertragung des Carbon Betas der Aktie oder einer Unternehmens-anleihe auf das Carbon Beta des Kredits	**A** Übertragung des Carbon Betas einer Unternehmensanleihe auf das Carbon Beta des Kredits
Carbon Beta einer Unternehmensanleihe desselben Unternehmens ist unbekannt	**B** Übertragung des Carbon Betas der Aktie auf das Carbon Beta des Kredits	**D** Übertragung des Carbon Betas vergleichbarer Unternehmen auf das Carbon Beta des Kredits

Tabelle 7: Übertragbarkeit von Carbon Betas von Aktien und Unternehmensanleihen auf Carbon Betas von Krediten

Sicherheiten gleich oder zumindest ähnlich sein, da diese das Bonitätsrisiko wesentlich beeinflussen.

Unterschiede in der Laufzeit und Tilgung wirken sich direkt auf die Carbon Betas aus. Mit zunehmender Laufzeit erhöht sich die Sensitivität des Kurses von Unternehmensanleihen beziehungsweise der Wert von Krediten aufgrund des Carbon Risikos, also auch das Carbon Beta. Der Mechanismus ist vergleichbar mit dem Zusammenhang zwischen den Änderungen von Marktzinssätzen und den damit verbundenen Änderungen von Kursen festverzinslicher Wertpapiere. Dieser Zusammenhang kann gut über die in der Finanzpraxis bekannte und regelmäßig angewendete Kennzahl „Duration“ erfasst werden. Analog ließen sich die Carbon Betas ebenso (näherungsweise) linear für verschiedene Laufzeiten skalieren. Diese Idee ist übertragbar auf die Berücksichtigung unterschiedlicher Tilgungsstrukturen der Unternehmensanleihe gegenüber dem Kredit.

Schwieriger ist die Berücksichtigung von Unterschieden aus der unterschiedlichen Besicherung der beiden Finanztitel. Im Allgemeinen sind die Ausfallwahrscheinlichkeiten (Probability of Default) der Unternehmensanleihen und der Kredite desselben Unternehmens identisch. Allerdings können sich unterschiedliche erwartete Zahlungen bei Ausfall (Recovery Rates) daraus ergeben, dass die Finanztitel im Konkursfall nicht gleichrangig bedient werden oder sie unterschiedlich besichert sind. Das führt dazu, dass sich Änderungen im

Transitionsprozess der Wirtschaft auf den Wert der beiden Finanztitel unterschiedlich auswirken – mithin die Carbon Betas also unterschiedlich sind. Je höher die Sicherheiten und je besser der Rang der Forderung im Konkursfall, desto geringer das Carbon Beta.

Die zuletzt beschriebenen Wege der Übertragung der Carbon Betas von Unternehmensanleihen auf die Carbon Betas von Krediten sind umso Erfolg versprechender, je mehr Unternehmensanleihen ein Unternehmen emittiert hat und je länger der Zeitraum ist, für den für diese Unternehmensanleihen Kurse am Kapitalmarkt beobachtbar sind. Bei hinreichender Heterogenität der Anleihen ließen sich so auch Zusammenhänge zwischen der Restlaufzeit und den Carbon Betas der Anleihen empirisch bestimmen.

B: Übertragung des Carbon Betas der Aktie auf das Carbon Beta des Kredits

Dieser Fall ist beispielsweise relevant für börsennotierte Unternehmen (für die daher auch Renditezeitreihen für Aktien vorliegen), die sich aber nicht über die Emission von Unternehmensanleihen am Kapitalmarkt finanzieren.

Die Übertragung des Carbon Betas der Aktie eines Unternehmens auf das Carbon Beta eines Kredites an dasselbe Unternehmen ist nicht so einfach möglich. Grundsätzlich gilt, dass ein höheres Carbon Beta der Aktie eines Unternehmens ceteris paribus mit einem höheren Carbon Risiko der Kredite an dieses Unternehmen verbunden ist. Einen Ansatzpunkt zur Modellierung dieses Zusammenhangs bietet eine Erweiterung des aus der Optionspreistheorie bekannten und mit einem Nobelpreis bedachten Merton-Modells. Eine Beschreibung der grundsätzlichen Vorgehensweise findet sich am Ende dieses Abschnitts.

C: Übertragung des Carbon Betas der Aktie oder der Unternehmensanleihe auf das Carbon Beta des Kredits

Dieser Fall ist beispielsweise relevant für börsennotierte Unternehmen, die sich am Kapitalmarkt sowohl über Aktien als auch über Unternehmensanleihen finanzieren. Dies trifft für die Mehrzahl der großen Unternehmen zu.

In diesem Fall besteht die Möglichkeit, das Carbon Beta der Kredite sowohl über das Carbon Beta der Aktie als auch über das Carbon Beta der Unternehmensanleihe desselben Unternehmens abzuleiten. Im Idealfall sind beide Vorgehensweisen durchzuführen, um die daraus resultierenden Ergebnisse zu vergleichen und zu analysieren.

Von der Überlegung ausgehend, dass die Anwendung des modifizierten Merton-Modells zur Quantifizierung des Carbon Betas von Krediten sowohl methodisch als auch empirisch deutlich aufwendiger ist, wird in der Finanzpraxis sicherlich eher der Weg gewählt werden, das Carbon Beta der Kredite über das Carbon Beta der Unternehmensanleihe – wie in Fall A beschrieben – zu berechnen.

D: Übertragung des Carbon Betas vergleichbarer Unternehmen auf das Carbon Beta des Kredits

Dieser Fall ist beispielsweise relevant für nicht-börsennotierte Unternehmen, die sich auch nicht am Kapitalmarkt finanzieren. Dies trifft insbesondere auf die Mehrzahl kleiner und mittelgroßer Unternehmen zu.

Sind weder die Carbon Betas von Aktien noch von Unternehmensanleihen desselben Unternehmens bekannt, kann in Betracht gezogen werden, das Carbon Risiko von Krediten über die Carbon Betas von Unternehmensanleihen oder Aktien vergleichbarer Unternehmen abzuschätzen.

Um dafür geeignete Unternehmen zu identifizieren, bietet es sich an, den im CARIMA-Konzept entwickelten Brown-Green-Score *BGS* heranzuziehen, da dieser eine fundamentale Einschätzung zulässt, inwieweit der Unternehmenswert auf unerwartete Veränderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft hin zur Green Economy reagiert.

Ist mangels geeigneter Daten kein Brown-Green-Score *BGS* zu ermitteln, kann eine Peer Group aus Unternehmen gebildet werden, von denen ausgegangen wird, dass diese den gleichen oder zumindest ähnlichen Carbon Risiken unterliegen. Als Auswahlkriterium bieten sich insbesondere der Industriesektor und der Hauptsitz des Unternehmens an. Darüber hinaus sollten weitere Fundamentalkennzahlen wie Unternehmensgröße, Profitabilität und Verschuldung als Proxys für das Bonitätsrisiko bei der Bildung einer Peer Group berücksichtigt werden (siehe hierzu die in Abschnitt 4.7 dargestellten Überlegungen zum Zusammenhang verschiedener Unternehmenskennzahlen und den Carbon Betas der Unternehmen). Das Carbon Beta dieser Kredite kann anschließend aus den Carbon Betas der Aktien oder Unternehmensanleihen der vergleichbaren Unternehmen wie zuvor beschrieben abgeleitet werden.

Es ist offensichtlich, dass diese indirekte Vorgehensweise (Fall D) zu vergleichsweise ungenaueren Ergebnissen führen wird als die zuvor beschriebenen direkten Vorgehensweisen (Fälle A bis C).

Bewertung von Unternehmensanleihen und Krediten über das Merton-Modell in Verbindung mit Faktormodellen

In Abschnitt 3.5 wird gezeigt, wie das Carbon Risiko von Unternehmensanleihen über den Carbon Risiko Faktor *BMG* in Verbindung mit Faktormodellen durch Regression ermittelt werden kann. Voraussetzung für diese Vorgehensweise ist, dass die historischen Renditen der Unternehmensanleihen bekannt sind. Alternativ ist es aber auch möglich, das Carbon Risiko von Unternehmensanleihen und Krediten über eine Modifikation des Merton-Modells auf der Grundlage der Carbon Betas der Aktien des jeweiligen Unternehmens zu bestimmen. Dafür sind die historischen Renditen der Fremdkapitaltitel nicht erforderlich. Im Weiteren wird die grundsätzliche Idee dieser Vorgehensweise dargelegt.

Grundlegende Idee des Merton-Modells

Die grundlegende Idee des mit einem Nobelpreis ausgezeichneten „Merton-Modells“ geht auf Black und Scholes (1973) sowie Merton (1974) zurück. Mit diesem sogenannten Strukturmodell – das zugleich die Grundlage der Optionspreistheorie darstellt – wird der Wert des Eigen- und Fremdkapitals eines Unternehmens als Derivat auf den Wert der Aktiva eines Unternehmens betrachtet und bewertet.

Es würde den Rahmen des Handbuchs sprengen, das Merton-Modell im Detail darzustellen, daher erfolgt hier eine Beschränkung auf die zentrale Idee dieses Modells, die für das Verständnis der hier vorgeschlagenen Modifikation des Merton-Modells hilfreich ist. Dieser

Zusammenhang ist darüber hinaus primär für die ökonomische Begründung der Zulässigkeit des im Weiteren vorgestellten Verfahrens notwendig, die konkreten Berechnungen können dann mit relativ einfachen Ansätzen erfolgen. Zu ausführlicheren Darstellungen des Merton-Modells siehe die sehr umfangreiche Literatur zu dieser Thematik.

Die zentrale Idee des Merton-Modells ist wie folgt: Ein Unternehmen verspricht den Fremdkapitalgebern einen Rückzahlungsbetrag in Höhe von B für den Zeitpunkt *T*. Ausgehend von dem für *T* versprochenen Rückzahlungsbetrag des Fremdkapitals ist der Wert des Fremdkapitals *F* in *T* das Minimum aus dem Wert des Unternehmens *V* und eben diesem versprochenen Rückzahlungsbetrag des Fremdkapitals *B*. Für den Fall, dass der Wert des Unternehmens *V* in *T* nicht ausreicht, um die Rückzahlung des Fremdkapitals vollständig zu leisten, werden die Fremdkapitalgeber das Unternehmen zum Preis *B* quasi übernehmen. Der Wert des Eigenkapitals wäre dann Null. Grundsätzlich entspricht der Wert des Eigenkapitals *f* damit dem Wert einer europäischen Call-Option auf die Unternehmensaktiva.

Die Werte des Eigen- und Fremdkapitals ergeben sich bei Fälligkeit des Fremdkapitals in *T* also über die Formeln (6) und (7):

$$F(V,T) = min[V_T, B] \qquad (6)$$

$$f(V,T) = max[0, V_T - B] \qquad (7)$$

Für die konkreten Werte des Eigen- und Fremdkapitals in Abhängigkeit von den möglichen Werten der Aktiva eines Unternehmens sind die Volatilitäten des Eigenkapitals und der Unternehmensaktiva zentrale Größen. Für deren Zusammenhang gilt (siehe Jones et al., 1984):

$$\sigma_f = \sigma_V \frac{\partial f}{\partial V} \frac{V}{f} \qquad (8)$$

Die Variable σ_f steht für die Eigenkapitalvolatilität und σ_V für die Volatilität der Aktiva. Die Eigenkapitalvolatilität kann in der Regel als Volatilität der Aktienrenditen empirisch bestimmt werden.

Eine zentrale Anwendung des Merton-Modells besteht nun darin, auf der Grundlage des bekannten Wertes des Eigenkapitals (ergibt sich in der Regel über die Marktkapitalisierung der Aktie), der Volatilität des Eigenkapitals (ergibt sich im Prinzip über die Volatilität der Aktienrenditen) und dem versprochenen Rückzahlungsbetrag des Fremdkapitals (kann über die Bilanzstruktur zumindest grob abgeschätzt werden) den Wert des Fremdkapitals zu berechnen. Zur konkreten Vorgehensweise siehe die hierzu vorliegende umfangreiche Literatur.

Ansatz zur Modifikation des Merton-Modells zur Abschätzung von Carbon Risiken für das Fremdkapital

Aus den letzten Ausführungen wird deutlich, dass sich im Prinzip aus der Volatilität der Aktienrenditen die Volatilität der Unternehmensaktiva ergibt, die wiederum über die „Volatilität des Fremdkapitals“ das Ausfallrisiko und somit den Wert des Fremdkapitals

determiniert. Es besteht also ein direkter Zusammenhang zwischen dem Risiko der Aktien und dem Risiko der Unternehmensanleihen und Kredite. Insofern gibt es auch eine direkte Verbindung zwischen dem Carbon Risiko der Aktie und dem Carbon Risiko der Unternehmensanleihen und Kredite (desselben Unternehmens).

Ansatz zur Übertragung des Carbon Risikos der Aktie auf das Carbon Risiko der Kredite

Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen ist wie üblich das Carhart (1997) Vierfaktorenmodell inklusive des Carbon Risiko Faktors *BMG*:

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

Die Gesamtvarianz der Aktienrenditen (beziehungsweise Eigenkapitalrenditen) eines Unternehmens lässt sich in Verbindung mit dem Faktormodell in verschiedene Komponenten aufspalten (siehe Formel (10)).

$$\sigma_f^2 = \beta_{mkt}^2 \sigma_{mkt}^2 + \beta_{smb}^2 \sigma_{smb}^2 + \beta_{hml}^2 \sigma_{hml}^2 + \beta_{wml}^2 \sigma_{wml}^2 + \beta_{bmg}^2 \sigma_{bmg}^2 + \sigma_{\varepsilon_f}^2 \quad (10)$$

Der Parameter $\sigma_{\varepsilon_f}^2$ spiegelt dabei die idiosynkratische Varianz wider, während das Summenprodukt aus den quadrierten Faktorladungen und den Varianzen der Faktoren der systematischen Varianz entspricht.

Um den Einfluss der einzelnen Faktoren auf die Varianz der Aktienrenditen so wie dargestellt messen zu können, müssen die Faktoren des Modells unkorreliert sein. Dies geschieht beispielsweise mittels Orthogonalisierung (siehe Abschnitt 5.4 und für die methodischen Details Klein und Chow, 2013).



So wird deutlich, dass nur ein Teil der systematischen Varianz das Carbon Risiko widerspiegelt:

$$\sigma^2_{f,\,\text{Carbon Risiko}} = \beta^2_{bmg}\,\sigma^2_{bmg} \qquad (11)$$

Zur Bestimmung des Carbon Risiko-spezifischen Teils fällt somit die idiosynkratische Varianz nicht ins Gewicht.

Wie vorher dargestellt, ergibt sich aus der Volatilität des Eigenkapitals letztlich das Risiko des Fremdkapitals (zum Beispiel gemessen als Ausfallwahrscheinlichkeit). Analog kann nun auch der Teil des Risikos des Fremdkapitals (zum Beispiel der Teil der Ausfallwahrscheinlichkeit) abgeschätzt werden, der sich aufgrund des Carbon Risikos des Eigenkapitals ergibt (und natürlich auch aufgrund der Risiken aller anderen Faktoren). Dafür kann als Proxy der Anteil des Carbon Risikos am Gesamtrisiko einer Aktie herangezogen werden.

Mit dem Merton-Modell kann also die Abhängigkeit der Ausfallwahrscheinlichkeiten der Kredite von der Volatilität der Aktienrenditen modelliert und in ökonomischer Hinsicht begründet werden. Ebenso ergibt sich daraus, dass sich bei Vorliegen von Faktormodellen für die Aktienrenditen der Anteil des Carbon Risikos am Gesamtrisiko der Aktie auf den Anteil des carbon-induzierten Ausfallrisikos am gesamten Ausfallrisiko übertragen lässt.

Dieser Ansatz kann aber auch angewendet werden, wenn das Ausfallrisiko nicht über Strukturmodelle nach Merton berechnet wird, sondern sich beispielsweise aus Ratings oder anderen Kreditrisikomodellen ergibt. Denn letztlich ist die entscheidende Größe nur der Anteil des Carbon Risikos am Gesamtrisiko einer Aktie, der sich über das CARIMA-Konzept unter Zuhilfenahme von Faktoren ergibt.

3.7 Portfolios*

Aufbauend auf den oben vorgestellten Ansätzen zur Quantifizierung von Carbon Risiken bei Aktien und Anleihen kann das Carbon Beta auch für Portfolios bestimmt werden. Ein Portfolio besteht im Folgenden zur Vereinfachung aus verschiedenen Einzelaktien, die ein Investor aufgrund seiner Präferenzen so zusammengestellt hat.

Es werden zwei grundsätzliche Vorgehensweisen zur Berechnung des Carbon Betas bei Portfolios beschrieben und verglichen. Für die Anwendung des Top-Down-Ansatzes zur Bestimmung des Portfolio-Carbon Betas muss lediglich die historische Renditezeitreihe des Portfolios bekannt sein. Für den Bottom-Up-Ansatz sind die historischen Portfoliogewichte der einzelnen Assets sowie deren Renditezeitreihen erforderlich.

Bestimmung des Carbon Betas über den Top-Down-Ansatz

Zur Bestimmung des Portfolio-Carbon Betas über den Top-Down-Ansatz wird lediglich die Zeitreihe der historischen Überschussrenditen des Portfolios benötigt. Diese entspricht den gewichteten Überschussrenditen der einzelnen Aktien im Portfolio. Diese Überschussrenditen werden – wie zuvor für einzelne Finanztitel beschrieben – als abhängige Variable in der Regression verwendet. Somit ergibt sich das Carbon Beta wie zuvor über Formel (12):

$$er_{p,t} = \alpha_p + \beta_p^{mkt} er_{M,t} + \beta_p^{smb} SMB_t + \beta_p^{hml} HML_t + \beta_p^{wml} WML_t + \beta_p^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{p,t} \quad (12)$$

Mit:

- $er_{p,t}$ = Rendite des Portfolios p abzüglich der Rendite einer risikolosen Anlage in Periode t (Überschussrendite).
- $er_{M,t}$ = Überschussrendite des globalen Aktienmarktes in Periode t.
- SMB_t = Rendite des globalen Size-Faktors in Periode t.
- HML_t = Rendite des globalen Value-Faktors in Periode t.
- WML_t = Rendite des globalen Momentum-Faktors in Periode t.
- BMG_t = Rendite des globalen Carbon Risiko Faktors BMG in Periode t.
- α_p, β_p^{mkt}, β_p^{smb}, β_p^{hml} und β_p^{wml} = Parameter α_p und β_p^x des Carhart-Modells.
- β_p^{bmg} = Carbon Beta des Portfolios p. Diese Kennzahl dient als zentrales Maß für das Carbon Risiko eines Portfolios.

An dieser Anwendung wird die Stärke des CARIMA-Konzeptes nochmal deutlich: Es kann für Portfolios mit einer beliebigen Anzahl an Finanztiteln verschiedener Art das Carbon Risiko mit nur einer Regression geschätzt werden – und das ohne Kenntnis klimawandelrelevanter Informationen für die einzelnen Aktien.

Bestimmung des Carbon Betas über den Bottom-Up-Ansatz

Alternativ ist die Bestimmung des Portfolio-Carbon Betas auch über den Bottom-Up-Ansatz möglich. Dafür werden die (Überschuss-) Renditen und die Anteile der einzelnen Aktien im Portfolio für jede Periode benötigt. Daraus können die Renditen des Portfolios für jede Periode als gewichtete Summe der Renditen der einzelnen Aktien berechnet werden (siehe Formel (13)).

$$er_{p,t} = \sum_{i}^{N} w_{i,t}\, er_{i,t} \qquad (13)$$

Die Variable $w_{i,t}$ ist das Gewicht und $er_{i,t}$ die Überschussrendite der Aktie i in Periode t.

Anschließend kann das Carbon Beta des Portfolios analog zum Top-Down-Ansatz über Formel (12) bestimmt werden.

Vergleich der beiden Ansätze Top-Down und Bottom-Up

Der Bottom-Up- und der Top-Down-Ansatz führen grundsätzlich zum selben Ergebnis. Liegen die Portfoliorenditen bereits vor und soll lediglich das Carbon Beta des Portfolios bestimmt werden, ist im Allgemeinen der Top-Down-Ansatz vorzuziehen, da dieser mit weniger Rechenaufwand verbunden ist.

Ein potentielles Problem des Top-Down-Ansatzes liegt allerdings darin, dass die Renditezeitreihe des Portfolios ein Resultat unterschiedlicher Gewichte der Aktien im Portfolio über den Betrachtungszeitraum ist. Wenn sich die Gewichte über die Zeit stark geändert haben, dann ergeben sich daraus Inkonsistenzen bei der Schätzung der historischen und aktuellen Carbon Betas. Die so ermittelten Carbon Betas sind dann gegebenenfalls wenig aussagekräftig.

Mit dem Bottom-Up-Ansatz sind weitergehende Analysen möglich, die auf den individuellen Carbon Betas der Aktien aufbauen. Es könnte beispielsweise von Interesse sein zu ermitteln, welche Aktien besonders stark zum Carbon Beta des gesamten Portfolios beitragen. Im Zuge des Managements von Carbon Risiken kann so ermittelt werden, welche Portfoliobestandteile bei einer gewünschten Reduzierung des Carbon Betas als erstes abgebaut werden müssen. Außerdem kann schnell und einfach analysiert werden, wie sich das Carbon Beta des Portfolios ändert, wenn die (historische) Gewichtung einzelner Aktien geändert wird oder zusätzliche Aktien in das Portfolio aufgenommen werden (siehe hierzu auch Kapitel 4). Sofern die historischen Portfoliogewichte vorliegen, sind außerdem Analysen der historischen Carbon Betas des Portfolios möglich.

Ebenso ist es möglich, von der aktuellen Portfoliozusammensetzung ausgehend das Carbon Risiko für die Zukunft auf der Grundlage der historischen Simulation abzuschätzen (zu dieser Methodik siehe Abschnitt 4.8), um das oben angeführte Problem in der Vergangenheit ungleicher Gewichte zu lösen.

Die Grenzen des Bottom-Up-Ansatzes liegen insbesondere darin, dass für alle Portfoliobestandteile die Renditezeitreihen und die (historische) Portfoliozusammensetzung bekannt sein müssen.

Die Wahl des Ansatzes für die Bestimmung des Carbon Betas von Portfolios bewegt sich



also im Spannungsfeld zwischen Machbarkeit aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten sowie Rechenkapazität und Anwendungszweck, der sich zwischen einfachem Interesse und konkreten Risikomanagementüberlegungen bewegen kann.

Mögliche Variationen in der Anwendung

Die Schätzung des Carbon Betas für ein Portfolio kann unterschiedlich motiviert sein. Ist es für einen Investor beispielsweise von Interesse, das durchschnittliche Carbon Risiko seines Portfolios über das vergangene Jahr zu analysieren, so ist es sinnvoll, das Carbon Beta nur auf Basis der Daten für dieses Jahr Top-Down zu schätzen. Um eine ausreichend hohe Stichprobengröße und damit eine annehmbare Stabilität der Carbon Beta-Schätzung zu gewährleisten, sind in einem solchen Fall tägliche statt monatliche Renditedaten zu bevorzugen. Die Top-Down-Schätzung hat in diesem Fall insbesondere den Vorteil, dass Änderungen in der Zusammensetzung des Portfolios über das Jahr in den Portfolio-Überschussrenditen bereits berücksichtigt sind.

Soll anstelle eines Durchschnittes die Veränderung des Carbon Risikos eines Portfolios über einen bestimmten Zeitraum berechnet werden, so bietet sich eine rollierende Top-Down-Schätzung an. Dadurch erhält man eine Zeitreihe von Carbon Betas, die den zeitlichen Verlauf des Carbon Betas und damit des Carbon Risikos des Portfolios widerspiegelt. Bei der Wahl des Schätzfensters ist wieder zwischen der Stabilität der geschätzten Betas und der Gewichtung aktuellerer Informationen aus der Renditezeitreihe abzuwägen. Je länger das Schätzfenster gewählt wird, desto stabiler wird zwar die Schätzung der Carbon Betas, jedoch fließen auch mehr Informationen aus älteren Renditen in die Schätzung ein.

Andererseits bietet sich zur Betrachtung der Veränderung des Carbon Betas auch der Bottom-Up-Ansatz unter Verwendung historischer Portfoliogewichte an. Dies erlaubt zusätzlich zur Beobachtung der Veränderung des Carbon Risikos über die Zeit eine Analyse der einzelnen Transaktionen, also der Veränderungen der Portfoliozusammensetzung durch Kauf und Verkauf von Assets. Natürlich setzt dies die Kenntnis historischer Portfoliogewichte voraus.

Auch die Verwendung eines anderen Referenzmodells kann sinnvoll sein, wenn ein Investor zum Beispiel die Sensitivität zu anderen Risikofaktoren analysieren möchte.

Auch für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf Portfolioebene gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Portfolios“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.

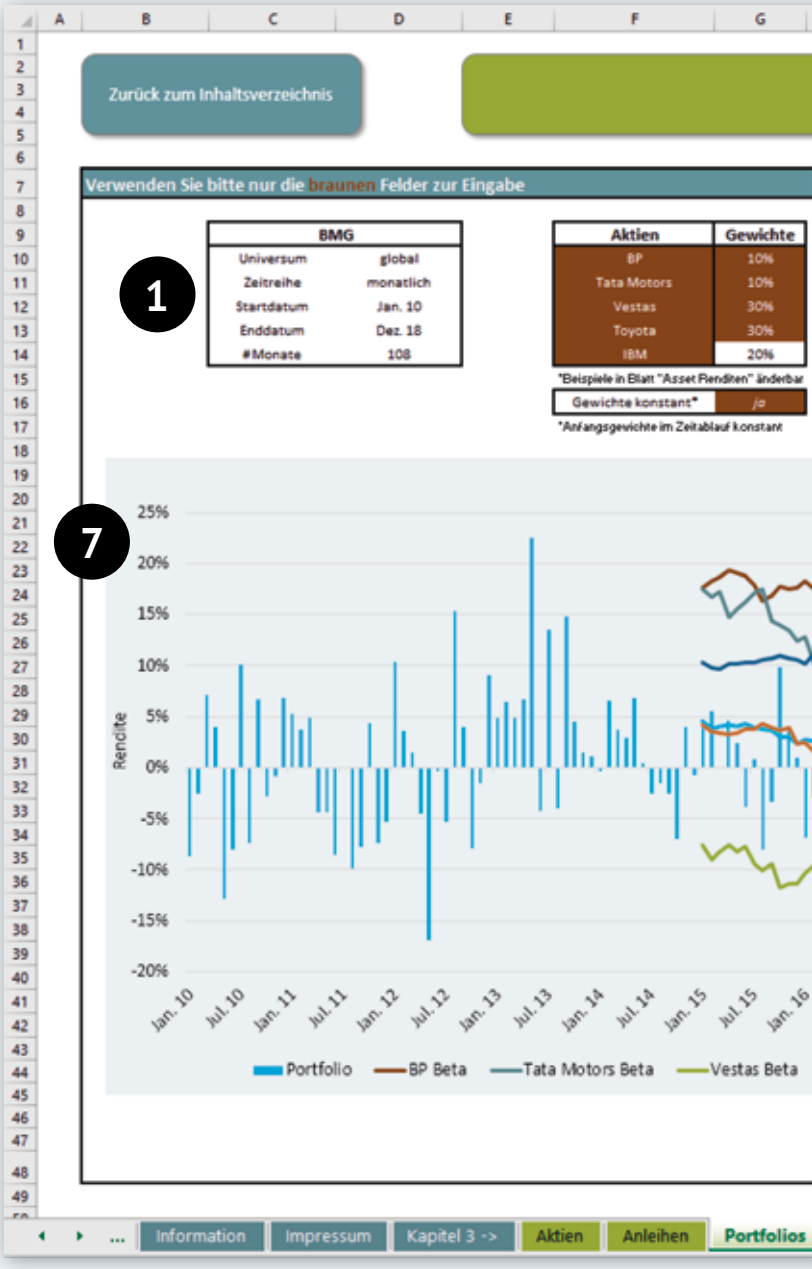
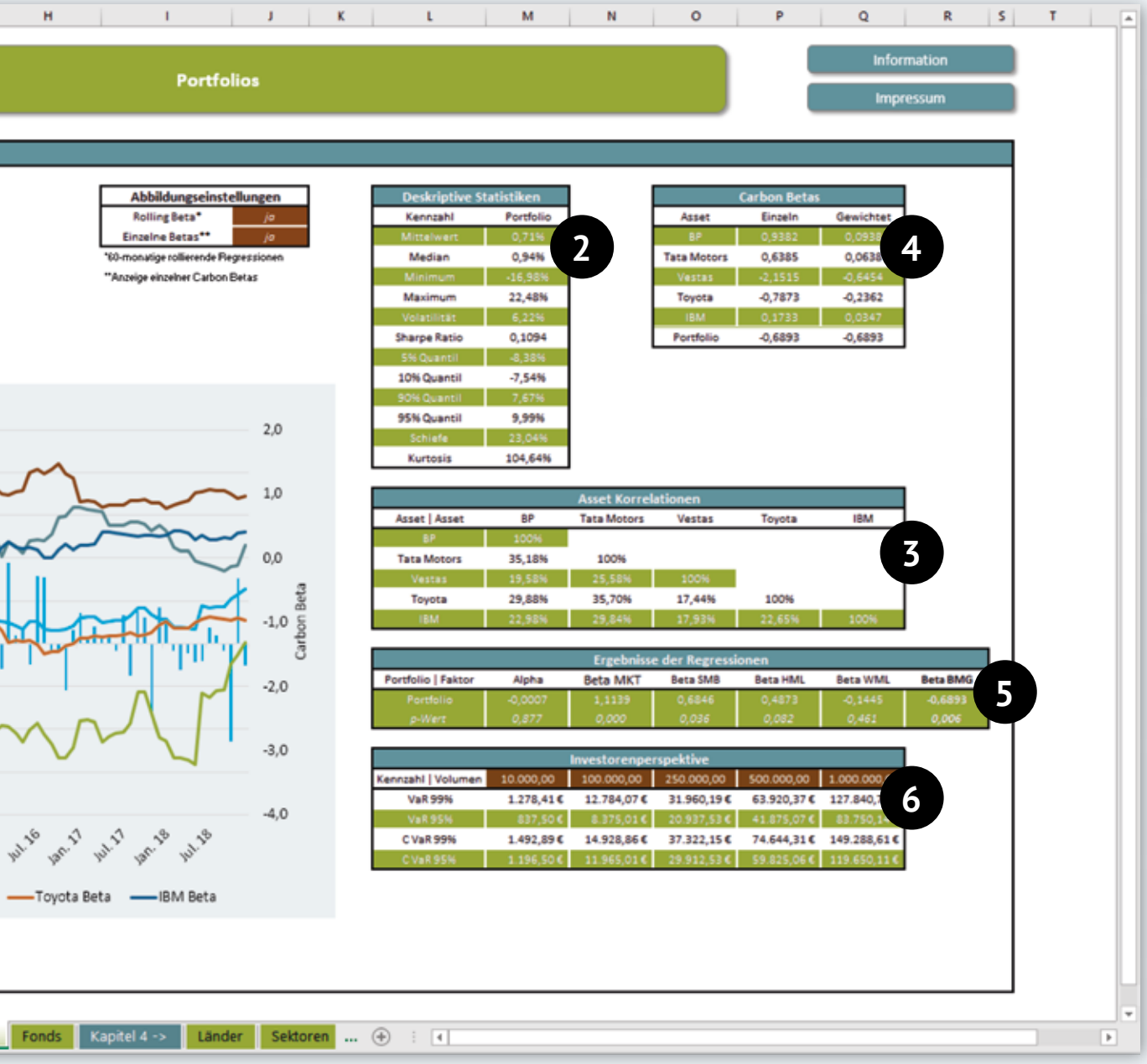


Abbildung 15: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“


Portfolios
Information
Impressum
Abbildungseinstellungen
Rolling Beta* ja
Einzelne Betas** ja
*60-monatige rollierende Regressionen
**Anzeige einzelner Carbon Betas
Deskriptive Statistiken
Kennzahl | Portfolio
Mittelwert 0,71%
Median 0,94%
Minimum -16,98%
Maximum 22,48%
Volatilität 6,22%
Sharpe Ratio 0,1094
5% Quantil -8,38%
10% Quantil -7,54%
90% Quantil 7,67%
95% Quantil 9,99%
Schiefe 23,04%
Kurtosis 104,64%
2
Carbon Betas
Asset | Einzeln | Gewichtet
BP 0,9382 0,0938
Tata Motors 0,6385 0,0638
Vestas -2,1515 -0,6454
Toyota -0,7873 -0,2362
IBM 0,1733 0,0347
Portfolio -0,6893 -0,6893
4
Asset Korrelationen
Asset | Asset | BP | Tata Motors | Vestas | Toyota | IBM
BP 100%
Tata Motors 35,18% 100%
Vestas 19,58% 25,58% 100%
Toyota 29,88% 35,70% 17,44% 100%
IBM 22,98% 29,84% 17,93% 22,65% 100%
3
Ergebnisse der Regressionen
Portfolio | Faktor | Alpha | Beta MKT | Beta SMB | Beta HML | Beta WML | Beta BMG
Portfolio -0,0007 1,1139 0,6846 0,4873 -0,1445 -0,6893
p-Wert 0,877 0,000 0,036 0,082 0,461 0,006
5
Investorenperspektive
Kennzahl | Volumen | 10.000,00 | 100.000,00 | 250.000,00 | 500.000,00 | 1.000.000
VaR 99% 1.278,41 € 12.784,07 € 31.960,19 € 63.920,37 € 127.840,
VaR 95% 837,50 € 8.375,01 € 20.937,53 € 41.875,07 € 83.750,
CVaR 99% 1.492,89 € 14.928,86 € 37.322,15 € 74.644,31 € 149.288,61 €
CVaR 95% 1.196,50 € 11.965,01 € 29.912,53 € 59.825,06 € 119.650,11 €
6
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
Carbon Beta
Jul. 16
Jan. 17
Jul. 17
Jan. 18
Jul. 18
Toyota Beta
IBM Beta
Fonds
Kapitel 4 ->
Länder
Sektoren

1

Input: Carbon Risiko Faktor *BMG* und Auswahl Portfoliobestandteile

Der Aufbau und die Bedienung des Arbeitsblattes sind wiederum ähnlich zum Arbeitsblatt „Aktien". In der Auswahlbox „BMG" werden die zentralen Eigenschaften des Carbon Risiko Faktors *BMG* dargestellt. In den beiden Auswahlboxen „Aktien" und „Gewichte" können bis zu fünf Aktien aus den insgesamt neun hinterlegten Beispiel-Aktien sowie deren Gewichtung im Portfolio ausgewählt beziehungsweise vorgegeben werden.

Input: Auswahl zeitkonstanter oder zeitvariabler Gewichte der Portfoliobestandteile

Zusätzlich gibt es in diesem Arbeitsblatt die Möglichkeit, zwischen über die Zeit konstanten oder variablen Gewichten der Aktien im Portfolio zu wählen. Werden mit der Auswahl „ja" konstante Gewichte ausgewählt, so wird unterstellt, dass sich die Gewichte der Aktien im Portfolio im Zeitablauf nicht ändern. Dies wäre immer dann der Fall, wenn alle Wertänderungen des Portfolios in einer Periode am Ende der Periode zu Einzahlungen oder Auszahlungen führen. Gewinne einzelner Aktien würden also abgeschöpft, Verluste würden entsprechend durch Einzahlungen ausgeglichen.

Deutlich realistischer ist die Annahme zeitvariabler Gewichte. Die angegebenen Gewichte gelten in diesem Fall für den Beginn des Betrachtungszeitraumes. Die Gewichte ändern sich aber im Zeitablauf je nach Performance der fünf ausgewählten Aktien im Portfolio quasi automatisch. Dies lässt sich an einem Beispiel leicht veranschaulichen: Zu Beginn besteht ein Portfolio aus zwei gleichgewichteten Aktien. Aktie 1 weist in der ersten Periode eine Performance von +10% auf, Aktie 2 von −10%. Das ändert die Gewichte für die folgende Periode, sie betragen 55% für Aktie 1 und 45% für Aktie 2.

Input: Auswahl der Portfoliobestandteile

Die Renditezeitreihen der zur Verfügung stehenden einzelnen Beispiel-Aktien sind im Tabellenblatt „Asset Renditen" hinterlegt und können dort durch Renditen anderer Aktien oder Assets ersetzt werden. Der Untersuchungszeitraum reicht auch hier von Januar 2010 bis Dezember 2018.

Für die folgenden Beispiele wurden die Aktien von BP, Tata Motors, Vestas, Toyota und IBM mit einer Gewichtung von jeweils 10% für BP und Tata Motors, jeweils 30% für Vestas und Toyota und 20% für IBM gewählt. „Grüne" Aktien, basierend auf dem individuellen Carbon Beta der einzelnen Aktien, wurden also höher gewichtet als „braune" Aktien.

Technisch wird im Excel-Tool zunächst die historische Renditezeitreihe des Portfolios anhand der vorgegebenen Gewichte der einzelnen Aktien im Portfolio berechnet. Wird die Option konstanter Gewichte gewählt, so wird unterstellt, dass die aktuellen Gewichte den historischen (Anfangs-)Gewichten entsprechen, also im Zeitablauf konstant sind. Die so berechnete Zeitreihe der Portfoliorenditen wird dann zur Schätzung des Carbon Betas des Portfolios verwendet. Da Carbon Betas bei Annahme konstanter Gewichte additiv sind, entspricht das Carbon Beta des Portfolios in diesem Fall den gewichteten Carbon Betas der einzelnen Aktien.



Abbildung 16: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Auswahlboxen

Werden jedoch variable Gewichte gewählt, werden die Änderungen der Portfoliogewichte berücksichtigt. Diese ergeben sich durch die unterschiedlichen Renditen der einzelnen Aktien während des Betrachtungszeitraums.

Das Arbeitsblatt „Portfolios“ ist für den Nutzer insbesondere bei der Analyse des aktuellen Carbon Risikos eines Portfolios und als Entscheidungshilfe bei der Erstellung potentiell neuer Portfolios hilfreich.

Liegt hingegen eine konkrete historische Zeitreihe von Renditen für ein Portfolio vor, so kann diese über die Arbeitsblätter „Aktien“ und „Fonds“ nach dem Top-Down-Ansatz analysiert werden. Hierbei enthält die Renditezeitreihe des Portfolios implizit sämtliche historischen Zusammensetzungen des Portfolios. Es ist zu beachten, dass diese in der Regel nicht mit der Zusammensetzung des Portfolios zum Bewertungszeitpunkt übereinstimmt und somit möglicherweise wenig aussagekräftig ist, insbesondere wenn sich die aktuelle Portfoliozusammensetzung stark von der historischen unterscheidet. Je nach Intention des Nutzers kann in einem solchen Fall die Analyse des Carbon Risikos des Portfolios anhand der aktuellen Zusammensetzung sinnvoller sein.

Input: Auswahl konstanter oder rollierender Carbon Betas

Über die Auswahlbox „Abbildungseinstellungen“ kann festgelegt werden, ob das Carbon Beta des Portfolios konstant oder rollierend geschätzt werden soll. Bei der rollierenden Schätzung werden für einen bestimmten Zeitpunkt die jeweils letzten 60 monatlichen Renditen (fünf Jahre) zur Schätzung des Carbon Betas verwendet. Andernfalls wird ein konstantes Carbon Beta für den gesamten Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018 geschätzt, sofern für diesen Zeitraum Informationen zu den Überschussrenditen der Aktien vorliegen.

Zusätzlich kann in dieser Auswahlbox die Option „Einzelne Betas“ aktiviert oder deaktiviert werden. Wird diese Option aktiviert, so werden in der Abbildung neben dem rollierenden oder konstanten Carbon Beta des Portfolios auch die individuellen rollierenden oder konstanten Carbon Betas der einzelnen Aktien dargestellt.

2 Output: Deskriptive Statistiken des Portfolios

In Tabelle 8 finden sich einige deskriptive Statistiken der Renditen des Portfolios. Die Portfoliorendite beträgt im Untersuchungszeitraum 0,71% pro Monat mit einer Volatilität von 6,22%. Durch Diversifikationseffekte sind die Kennzahlen tendenziell deutlich weniger extrem als die der zugrundeliegenden einzelnen Aktien. Für eine detaillierte Erklärung der verschiedenen Kennzahlen siehe Infobox 4.

Deskriptive Statistiken	
Kennzahl	Portfolio
Mittelwert	0,71%
Median	0,94%
Minimum	-16,98%
Maximum	22,48%
Volatilität	6,22%
Sharpe Ratio	0,1094
5% Quantil	-8,38%
10% Quantil	-7,54%
90% Quantil	7,67%
95% Quantil	9,99%
Schiefe	23,04%
Kurtosis	104,64%

Tabelle 8: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Deskriptive Statistiken

3 Output: Asset Korrelationen der Aktien im Portfolio

Tabelle 9 „Asset Korrelationen“ zeigt die Korrelationen zwischen den Renditezeitreihen der Beispiel-Aktien im Portfolio. Für eine Erklärung der Kennzahlen siehe Infobox 4.

Asset Korrelationen					
Asset | Asset	BP	Tata Motors	Vestas	Toyota	IBM
BP	100%				
Tata Motors	35,18%	100%			
Vestas	19,58%	25,58%	100%		
Toyota	29,88%	35,70%	17,44%	100%	
IBM	22,98%	29,84%	17,93%	22,65%	100%

Tabelle 9: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Asset Korrelationen

4 5 Output: Carbon Beta des Portfolios bei Auswahl konstanter Gewichte

Tabelle 10 zeigt die Carbon Betas der Beispiel-Aktien, sowohl als individuelles absolutes Carbon Beta jeder einzelnen Aktie als auch als gewichtetes Carbon Beta, also dem Anteil, den diese Aktie zum gesamten Carbon Beta des Portfolios beiträgt. Durch diese Information kann der Nutzer erkennen, wie stark einzelne Aktien zum Carbon Beta des gesamten Portfolios beitragen.

Carbon Betas		
Asset	Einzeln	Gewichtet
BP	0,9382	0,0938
Tata Motors	0,6385	0,0638
Vestas	-2,1515	-0,6454
Toyota	-0,7873	-0,2362
IBM	0,1733	0,0347
Portfolio		-0,6893

Tabelle 10: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios" – Carbon Betas

Da die Summe der gewichteten Carbon Betas nur bei Annahme konstanter Gewichte dem Carbon Beta des Portfolios entspricht, werden die gewichteten Carbon Betas nur in diesem Fall dargestellt.

Bei konstanten Gewichten beträgt das Carbon Beta des Portfolios −0,6893 und wird in diesem Beispiel am stärksten vom Carbon Beta der Aktie des Unternehmens Vestas beeinflusst, die allein ein Carbon Beta in Höhe von −0,6454 zum Portfolio Carbon Beta beiträgt.

In Tabelle 11 werden die Ergebnisse der Regressionsschätzung für das Beispiel-Portfolio bei Annahme konstanter Gewichte dargestellt.

Das Beispiel-Portfolio hat mit 1,1139 ein *Markt*-Beta von knapp über 1, es bewegt sich somit ähnlich wie der Gesamtmarkt. Die Sensitivität gegenüber *SMB* ist positiv und zum 5% Niveau signifikant. Das positive *HML*-Beta ist zumindest zum 10% Niveau signifikant. Das *WML*-Beta ist hingegen nicht signifikant. Das Carbon Beta des Portfolios ist hochsignifikant negativ mit einem Wert von −0,6893. Dies deutet darauf hin, dass der Wert dieses Portfolios in Erwartung überdurchschnittlich steigt, wenn sich der Transitionsprozess unerwartet in Richtung einer Green Economy verändert.

Ergebnisse der Regressionen						
Portfolio | Faktor	Alpha	Beta MKT	Beta SMB	Beta HML	Beta WML	**Beta BMG**
Portfolio	-0,0007	1,1139	0,6846	0,4873	-0,1445	**-0,6893**
p-Wert	*0,877*	*0,000*	*0,036*	*0,082*	*0,461*	***0,006***

Tabelle 11: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios" – Ergebnisse der Regressionen bei Auswahl konstanter Gewichte

6 Output: (Conditional) Value-at-Risk des Portfolios bei Auswahl konstanter Gewichte

In Tabelle 12 werden der Value-at-Risk (VaR) sowie der Conditional Value-at-Risk (CVaR) des betrachteten Portfolios bei Auswahl konstanter Gewichte angegeben. Die Werte werden jeweils für die Konfidenzniveaus 99% und 95% aus der historischen Renditezeitreihe des Portfolios berechnet. Diese im Portfolio Management gängigen Risikomaße können somit recht einfach für bis zu fünf verschiedene Portfolio-Volumina berechnet und beispielsweise hinsichtlich Veränderungen des Verlustpotentials bei anderen Gewichtungen der Aktien im Portfolio analysiert werden. Für mehr Informationen zu den Kennzahlen VaR und CVaR siehe Infobox 4.

Investorenperspektive					
Kennzahl | Volumen	10.000,00	100.000,00	250.000,00	500.000,00	1.000.000,00
VaR 99%	1.278,41 €	12.784,07 €	31.960,19 €	63.920,37 €	127.840,74 €
VaR 95%	837,50 €	8.375,01 €	20.937,53 €	41.875,07 €	83.750,14 €
C VaR 99%	1.492,89 €	14.928,86 €	37.322,15 €	74.644,31 €	149.288,61 €
C VaR 95%	1.196,50 €	11.965,01 €	29.912,53 €	59.825,06 €	119.650,11 €

Tabelle 12: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios" – Investorenperspektive bei Auswahl konstanter Gewichte

5 Output: Carbon Beta des Portfolios bei Auswahl variabler Gewichte

In Tabelle 13 werden die Ergebnisse der Regressionsschätzung für das Beispiel-Portfolio bei Annahme variabler Gewichte dargestellt. Das *Markt*-Beta des Portfolios sinkt leicht auf 1,0141. Die Sensitivität gegenüber *SMB* hingegen sinkt deutlich auf 0,3629 und ist wie auch das *HML*-Beta sowie das *WML*-Beta nicht signifikant.

Das Carbon Beta des Portfolios bleibt signifikant negativ mit einem Wert von −0,3383. Dies deutet darauf hin, dass der Wert dieses Portfolios in Erwartung überdurchschnittlich steigt, wenn sich der Transitionsprozess unerwartet in Richtung einer Green Economy verändert.

Die Veränderung des Carbon Betas des Portfolios ist auf die Annahme variabler Gewichte zurückzuführen. Diese ändern sich in diesem Beispiel teilweise erheblich. Während

Ergebnisse der Regressionen						
Portfolio | Factor	Alpha	Beta MKT	Beta SMB	Beta HML	Beta WML	**Beta BMG**
Portfolio	-0,0035	1,0141	0,3629	0,2742	-0,0464	**-0,3383**
p-Wert	*0,260*	*0,000*	*0,108*	*0,159*	*0,733*	***0,048***

Tabelle 13: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios" – Ergebnisse der Regressionen bei Auswahl variabler Gewichte

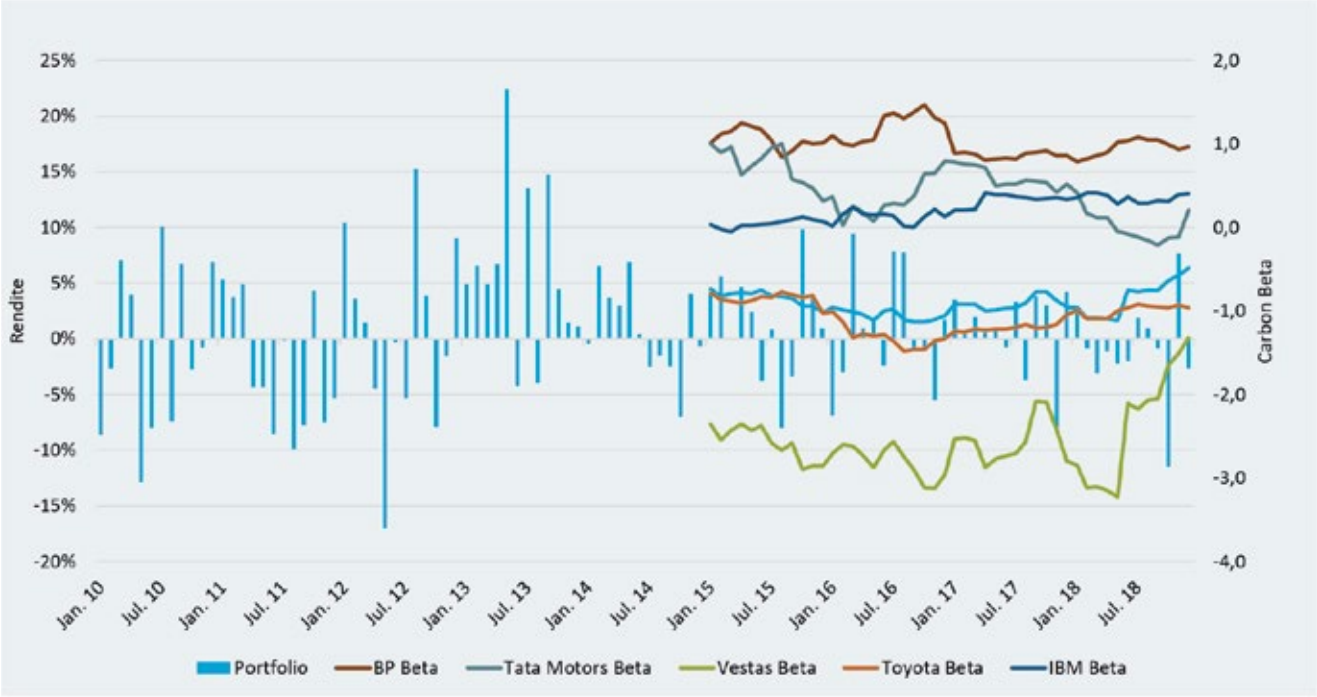


Abbildung 17: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios" – Carbon Betas des Portfolios bei Auswahl variabler Gewichte

die Gewichte zu Beginn des Betrachtungszeitraumes im Januar 2010 10% für BP und Tata Motors, jeweils 30% für Vestas und Toyota und 20% für IBM betragen, sind es am Ende des Betrachtungszeitraumes im Dezember 2018 7,82% für BP, 5,92% für Tata Motors, 29,74% für Vestas, 39,74% für Toyota und 16,79% für IBM. Die quasi automatische Änderung der Gewichte durch die unterschiedliche Performance der einzelnen Aktien macht deutlich, dass die Gewichte der Aktien vom Anwender im Zeitverlauf gelegentlich angepasst werden sollten, sofern es das Ziel ist, die Faktor-Strategie konstant zu halten.

7 Output: Rollierendes Carbon Beta des Portfolios und Carbon Betas der individuellen Aktien im Portfolio bei Auswahl variabler Gewichte

Abbildung 17 zeigt sowohl die Renditen als auch das Carbon Beta des Portfolios, das in diesem Fall rollierend geschätzt wurde (hellblaue Linie). Daneben werden ebenfalls die rollierenden Carbon Betas der einzelnen Aktien dargestellt.

Anhand dieser Abbildung lassen sich wieder die Stärken des CARIMA-Konzeptes für Anwendungen auf Portfolioebene erkennen. Wie in der Abbildung deutlich zu erkennen ist, schwankt das für das Portfolio rollierend geschätzte Carbon Beta deutlich weniger als die Carbon Betas der einzelnen Aktien. Die Schätzung weist somit einen deutlichen niedrigeren Standardfehler auf und ist somit verlässlicher.



Abbildung 18: Carbon Betas verschiedener Beispiel-Portfolios

Beispielhafte Anwendung für verschiedene Zusammensetzungen des Portfolios

Die Sensitivität von Portfolios bezüglich unerwarteter Änderungen im Transitionsprozess in Richtung einer Green Economy kann über das Carbon Beta evaluiert werden. Darüber hinaus ist auch ein Vergleich beziehungsweise Ranking von verschiedenen Portfolios über das Carbon Beta möglich. Dies soll im Folgenden näher veranschaulicht werden.

Aufbauend auf dem obigen Beispiel aus dem Excel-Tool dient das diversifizierte Portfolio bestehend aus fünf Beispiel-Aktien aus unterschiedlichen Sektoren und Ländern als Basis für die nachfolgenden Ausführungen. Die Gewichte der Aktien im Portfolio werden außerdem als konstant angenommen. So bilden die Aktien von BP, Tata Motors, Vestas, Toyota und IBM zunächst ein gleichgewichtetes Portfolio, das heißt jede Aktie hat ein Gewicht w_i von 20 Prozent. Die Schätzung des Carbon Betas für das Portfolio zeigt, dass dieses Portfolio ein negatives Carbon Beta von −0,23 aufweist.

Nun werden die Portfoliogewichtungen der „grünen“ Aktien, das heißt denjenigen mit negativem Carbon Beta, gegenüber den „braunen“, das heißt denjenigen mit positivem Carbon Beta, um jeweils 10 Prozentpunkte erhöht. Es ergibt sich ein neues Portfolio, das wie zu erwarten ein deutlich niedrigeres Carbon Beta in Höhe von −0,69 aufweist. Berücksichtigt man im Extremfall ein drittes Portfolio, das nur gleichgewichtet aus den zwei „grünen“ Aktien besteht, so erreicht das Portfolio-Carbon Beta den Wert −1,45. Demgegenüber kann auch beobachtet werden, dass sich das Carbon Beta erhöht, wenn die „braunen“ Aktien übergewichtet werden. Werden nur „braune“ Aktien berücksichtigt, ergibt sich ein Wert von 0,79. Die Carbon Betas der einzelnen Portfoliovarianten sind in Abbildung 18 dargestellt. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit hierzu findet sich in Abschnitt 4.4.



3.8 Fonds*

Der folgende Abschnitt beschreibt verschiedene Möglichkeiten, das Carbon Beta von Fonds zu bestimmen. Insbesondere werden im Weiteren Aktien- und Anleihenfonds betrachtet. Aktienfonds sind Investmentfonds, die ihr Vermögen vorwiegend oder ausschließlich in Einzelaktien investieren. Anleihenfonds investieren vorwiegend oder ausschließlich in festverzinsliche Wertpapiere (siehe Infobox 5).

Darüber hinaus gibt es Mischfonds, die sowohl in Aktien als auch in Anleihen investieren. Die Ausführungen für Aktien- und Anleihenfonds lassen sich auf Mischfonds übertragen.

Die Bestimmung des Carbon Betas auf Fondsebene erfolgt grundsätzlich analog zum Vorgehen im vorangegangenen Abschnitt 3.7, da Fonds als spezielle Ausprägungen von Portfolios ebenso aus verschiedenen Einzeltiteln bestehen. Somit kann das Carbon Risiko eines Fonds grundsätzlich ebenfalls Bottom-Up oder Top-Down bestimmt werden. Dennoch sind einige Unterschiede von Fonds und Portfolios zu beachten.

Im Gegensatz zum eigenen Portfolio ist ein Fonds ein „fremdgeführtes" Portfolio. Für das eigene Portfolio ist in der Regel die Zeitreihe der historischen Renditen unbekannt, die Portfoliozusammensetzung hingegen bekannt. Im Gegensatz dazu steht für Fonds die historische Renditezeitreihe oft zur Verfügung, aber die (historische) Zusammensetzung eines Fonds ist oft nicht bekannt. Daher ist bei Fonds insbesondere der Top-Down-Ansatz relevant.

Bestimmung des Carbon Betas über den Top-Down-Ansatz

Beim Top-Down-Ansatz wird das Carbon Beta des Fonds aus dessen historischer Renditezeitreihe mittels Regression bestimmt. Ausgangspunkt ist auch hier wieder das Carhart (1997) Vierfaktorenmodell mit dem Carbon Risiko Faktor *BMG* (Formel 14) als zusätzlichen Faktor:

$$er_{f,t} = \alpha_f + \beta_f^{mkt}\, er_{M,t} + \beta_f^{smb}\, SMB_t + \beta_f^{hml}\, HML_t + \beta_f^{wml}\, WML_t + \beta_f^{bmg}\, BMG_t + \varepsilon_{f,t} \quad (14)$$

Mit:

- $er_{f,t}$ = Rendite des Fonds *f* abzüglich der Rendite einer risikolosen Anlage in Periode *t* (Überschussrendite).
- $er_{M,t}$ = Überschussrendite des globalen Aktienmarktes in Periode *t*.
- SMB_t = Rendite des globalen Size-Faktors in Periode *t*.
- HML_t = Rendite des globalen Value-Faktors in Periode *t*.
- WML_t = Rendite des globalen Momentum-Faktors in Periode *t*.
- BMG_t = Rendite des globalen Carbon Risiko Faktors *BMG* in Periode *t*.
- α_f, β_f^{mkt}, β_f^{smb}, β_f^{hml} und β_f^{wml} = Parameter α_f und β_f^{x} des Carhart-Modells.
- β_f^{bmg} = Carbon Beta des Fonds *f*. Diese Kennzahl dient als zentrales Maß für das Carbon Risiko.

β_f^{bmg} ist das Carbon Beta eines Fonds *f*. Zur Bestimmung des Carbon Betas eines Fonds wird somit lediglich die historische Zeitreihe von Überschussrenditen des entsprechenden Fonds benötigt.

INFOBOX 5

Anleihenfonds

Das Vorgehen zur Bestimmung des Carbon Risikos von Anleihenfonds ist analog zum Vorgehen für Unternehmensanleihen (siehe Abschnitt 3.5).

Zur Bestimmung des Carbon Risikos von Anleihenfonds müssen zunächst adäquate Risikofaktoren identifiziert werden, die als erklärende Variablen dienen. Anders als bei Aktien besitzen Faktoren wie beispielsweise *SMB* oder *HML* bei der Erklärung von Renditen von Anleihen nur einen geringen Erklärungsgehalt. Typisch sind hier eher Anleihen-Faktoren wie beispielsweise der *Term*-Faktor zur Abbildung der Zinsstrukturkurve oder der *Default*-Faktor zur Modellierung der Ausfallrisikoprämie. Ergänzt um einen Marktrisikofaktor und den Carbon Risiko Faktor *BMG* ist dieses Modell auch geeignet, um Carbon Betas von Anleihenfonds abzuschätzen.

$$er_{f,t} = \alpha_f + \beta_f^{mkt} er_{M,t} + \beta_f^{smb} SMB_t + \beta_f^{hml} HML_t + \beta_f^{term} Term_t + \beta_f^{def} Def_t + \beta_f^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{f,t}$$

Auch im Bereich der Anleihen gilt natürlich der Grundsatz, dass das Modell bezüglich erklärender Risikofaktoren an individuelle Bedürfnisse angepasst werden kann.

Bestimmung des Carbon Betas über den Bottom-Up-Ansatz

Im Falle der Verwendung des zuvor erläuterten Bottom-Up-Ansatzes wird die Fondsrendite über die Renditen der einzelnen Fondsbestandteile unter Berücksichtigung der Gewichte bestimmt. Das Vorgehen ist grundsätzlich analog zu dem in Abschnitt 3.7 beschriebenem Ansatz.

Vergleich der beiden Ansätze Top-Down und Bottom-Up

Auch hier gilt, dass der Bottom-Up- und der Top-Down-Ansatz grundsätzlich zum gleichen Ergebnis führen. Bei Vorliegen der Gewichte der Fondsbestandteile über die Zeit kann über den Bottom-Up-Ansatz zum Beispiel berechnet werden, welche der Investments besonders stark zum Carbon Beta des Fonds beitragen und für eine Reduzierung des Carbon Betas abgebaut werden sollten. Dieser Ansatz ist aufgrund der dafür benötigten Informationen insbesondere für Fondsmanager relevant (siehe hierzu auch Abschnitt 4.4).

Wesentlicher Vorteil des Top-Down-Ansatzes ist wiederum, dass lediglich die historische Renditezeitreihe des Fonds benötigt wird, um das Carbon Beta des Fonds zu bestimmen. Die Methode ist besonders dann von Vorteil, wenn die Fondsbestandteile nicht oder nicht vollständig bekannt sind. Insofern wird dieser Ansatz primär für Privatanleger relevant sein.

Auch für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf Fondsebene gibt es im begleitenden Excel-Tool ein Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt "Fonds" kann entweder über das Inhaltsverzeichnis oder direkt über das Blattregister aufgerufen werden.

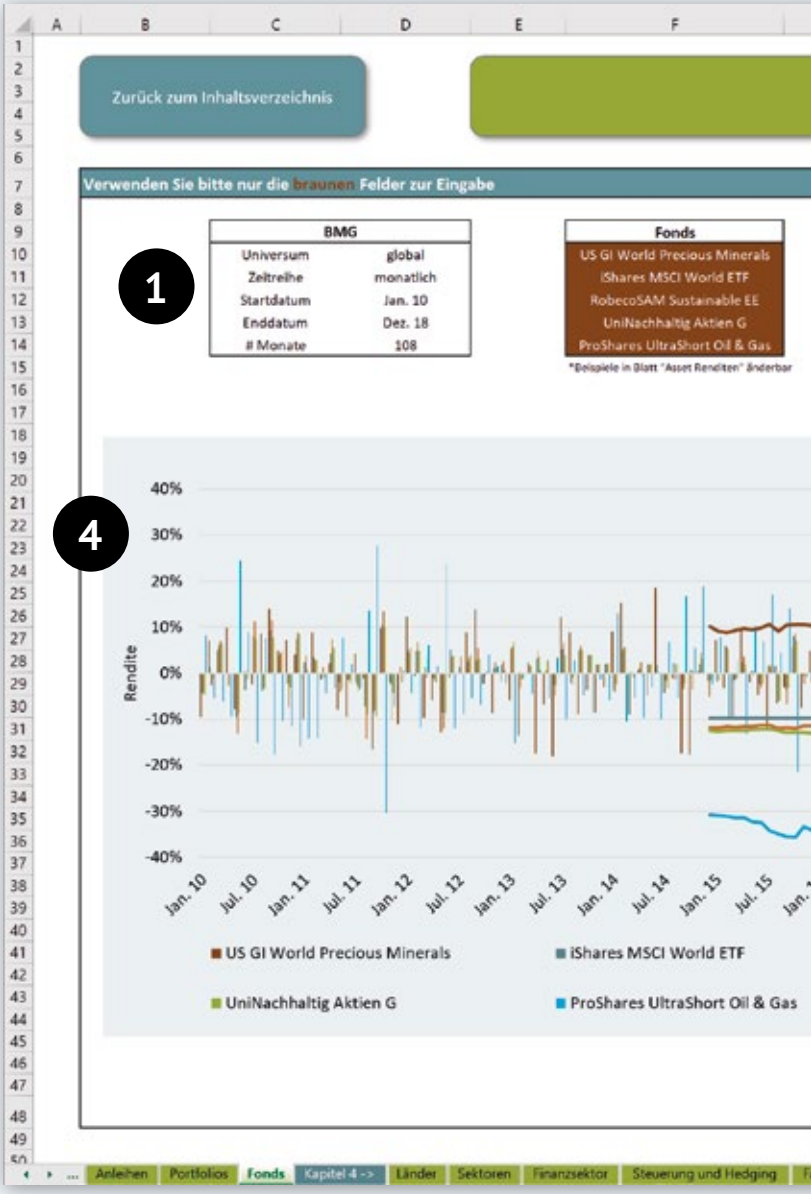
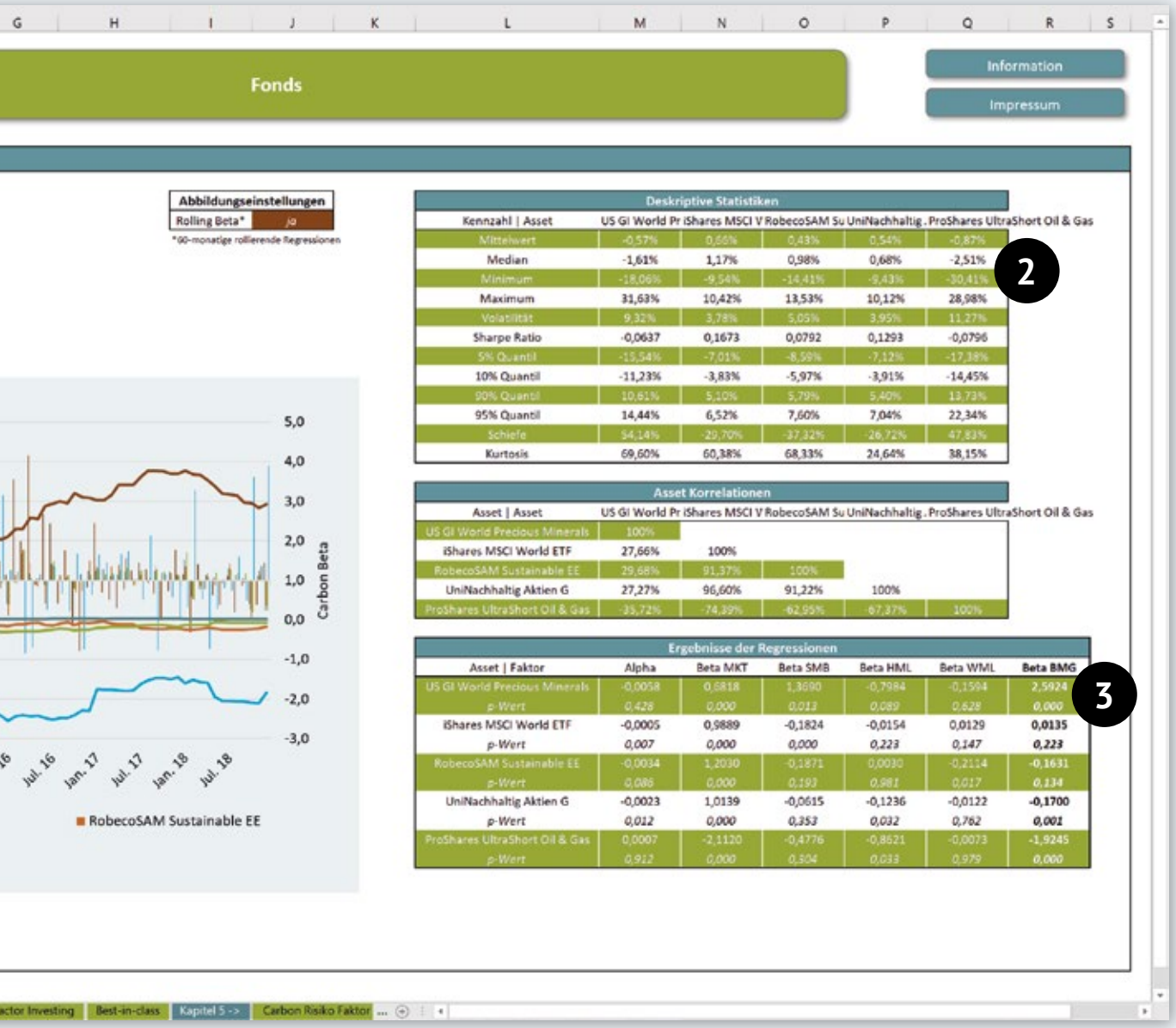


Abbildung 19: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Fonds“


Fonds
Information
Impressum
Abbildungseinstellungen
Rolling Beta*
ja
*60-monatige rollierende Regressionen
Deskriptive Statistiken
Kennzahl | Asset
US Gl World Pr
iShares MSCI V
RobecoSAM Su
UniNachhaltig.
ProShares UltraShort Oil & Gas
Mittelwert -0,57% 0,66% 0,43% 0,54% -0,87%
Median -1,61% 1,17% 0,98% 0,68% -2,51%
Minimum -18,06% -9,54% -14,41% -9,43% -30,41%
Maximum 31,63% 10,42% 13,53% 10,12% 28,98%
Volatilität 9,32% 3,78% 5,05% 3,95% 11,27%
Sharpe Ratio -0,0637 0,1673 0,0792 0,1293 -0,0796
5% Quantil -15,54% -7,01% -8,59% -7,12% -17,38%
10% Quantil -11,23% -3,83% -5,97% -3,91% -14,45%
90% Quantil 10,61% 5,10% 5,79% 5,40% 13,73%
95% Quantil 14,44% 6,52% 7,60% 7,04% 22,34%
Schiefe 54,14% -29,70% -37,32% -26,72% 47,83%
Kurtosis 69,60% 60,38% 68,33% 24,64% 38,15%
2
Asset Korrelationen
Asset | Asset
US Gl World Pr
iShares MSCI V
RobecoSAM Su
UniNachhaltig.
ProShares UltraShort Oil & Gas
US Gl World Precious Minerals 100%
iShares MSCI World ETF 27,66% 100%
RobecoSAM Sustainable EE 29,68% 91,37% 100%
UniNachhaltig Aktien G 27,27% 96,60% 91,22% 100%
ProShares UltraShort Oil & Gas -33,72% -74,39% -62,95% -67,37% 100%
Ergebnisse der Regressionen
Asset | Faktor
Alpha
Beta MKT
Beta SMB
Beta HML
Beta WML
Beta BMG
US Gl World Precious Minerals -0,0058 0,6818 1,3690 -0,7984 -0,1594 2,5924
p-Wert 0,428 0,000 0,013 0,089 0,628 0,000
iShares MSCI World ETF -0,0005 0,9889 -0,1824 -0,0154 0,0129 0,0135
p-Wert 0,007 0,000 0,000 0,223 0,147 0,223
RobecoSAM Sustainable EE -0,0034 1,2030 -0,1871 0,0030 -0,2114 -0,1631
p-Wert 0,086 0,000 0,193 0,981 0,017 0,134
UniNachhaltig Aktien G -0,0023 1,0139 -0,0615 -0,1236 -0,0122 -0,1700
p-Wert 0,012 0,000 0,353 0,032 0,762 0,001
ProShares UltraShort Oil & Gas 0,0007 -2,1120 -0,4776 -0,8621 -0,0073 -1,9245
p-Wert 0,912 0,000 0,304 0,033 0,979 0,000
3
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
Carbon Beta
Jul. 16
Jan. 17
Jul. 17
Jan. 18
Jul. 18
RobecoSAM Sustainable EE
Factor Investing
Best-in-class
Kapitel 5 ->
Carbon Risiko Faktor

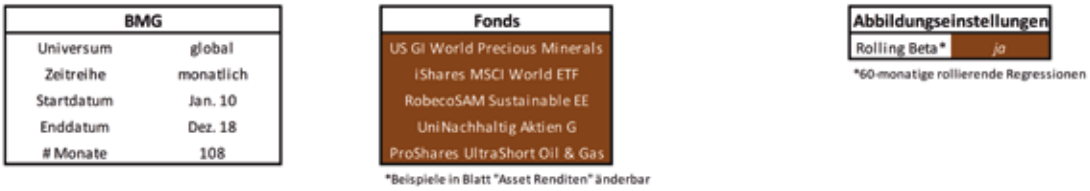


Abbildung 20: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Fonds“ – Auswahlboxen

1

Input: Carbon Risiko Faktor *BMG* sowie zu analysierende Fonds

Der Aufbau und die Bedienung des Arbeitsblattes sind grundsätzlich analog zum Arbeitsblatt „Aktien“. In der Box „BMG“ werden die zentralen Eigenschaften des Carbon Risiko Faktors *BMG* dargestellt. In der Auswahlbox „Fonds“ können bis zu fünf Fonds gleichzeitig zur Analyse ausgewählt werden. Renditezeitreihen von neun Beispiel-Fonds sind im Tabellenblatt „Asset Renditen“ hinterlegt und können dort durch die Renditen anderer Fonds ersetzt werden.

Input: Auswahl konstanter oder rollierender Carbon Betas

Die Auswahlbox „Abbildungseinstellungen“ lässt auch hier wieder die Möglichkeit zu, rollierende Betas zu schätzen und in der Abbildung darzustellen. Alternativ kann auch eine konstante Schätzung der Carbon Betas durchgeführt werden. Diese würden als horizontale Linien in der Abbildung dargestellt werden.

Wie in Abschnitt 3.3 bereits erklärt, existiert bei der Wahl des Schätzfensters ein Zielkonflikt zwischen der Stabilität der geschätzten Betas und der Gewichtung neuester Informationen aus der Renditezeitreihe.

Da es sich bei den ausgewählten Beispiel-Fonds um sehr breit investierte Investmentfonds handelt und die individuellen Schätzfehler dadurch im Erwartungswert deutlich geringer sind, könnte man für diese Anwendung auch über die Verwendung kleinerer Schätzfenster nachdenken. Das hätte auch den Vorteil, dass die Zeitreihe der darzustellenden Carbon Betas deutlich früher beginnen würde. Trotzdem gilt es wieder zu berücksichtigen, dass sich kleinere Schwankungen in den Carbon Betas auf Schätzfehler zurückführen lassen könnten, sodass bei der Interpretation des Verlaufes der Carbon Betas die Tendenz der Entwicklung der Carbon Betas im Vordergrund stehen sollte und nicht unbedingt der detaillierte Verlauf. In diesem Beispiel werden dennoch rollierende Carbon Betas mit einem 60-Monatsfenster geschätzt und in Abbildung 21 dargestellt.

4 Output: Rollierende Carbon Betas von Fonds

Abbildung 21 zeigt exemplarisch den Verlauf der Carbon Betas der fünf ausgewählten Beispiel-Fonds. Beachtenswert ist hier beispielsweise der starke Anstieg des Carbon Betas des Fonds US GI World Precious Minerals ab Januar 2015 von einem Carbon Beta in Höhe von circa 2 auf zeitweise knapp 3,8. Dieser Verlauf ist ein Hinweis auf eine deutliche Änderung der Einschätzung der Kapitalmarktteilnehmer bezüglich der gehaltenen Assets des Fonds. Dahingegen ist das Carbon Beta des MSCI World ETF über den gesamten Zeitraum hinweg sehr stabil nahe 0. Da dieser Index die Entwicklung von Unternehmen in 23 Industrieländern mit ungefähr 85 Prozent Marktkapitalisierung weltweit abbildet, was einen großen Teil des globalen Marktfaktors $er_{M,t}$ ausmacht, ist dieses Ergebnis nicht verwunderlich, da die Renditen dieses Fonds zu einem sehr großen Teil durch den Marktfaktor erklärt werden.

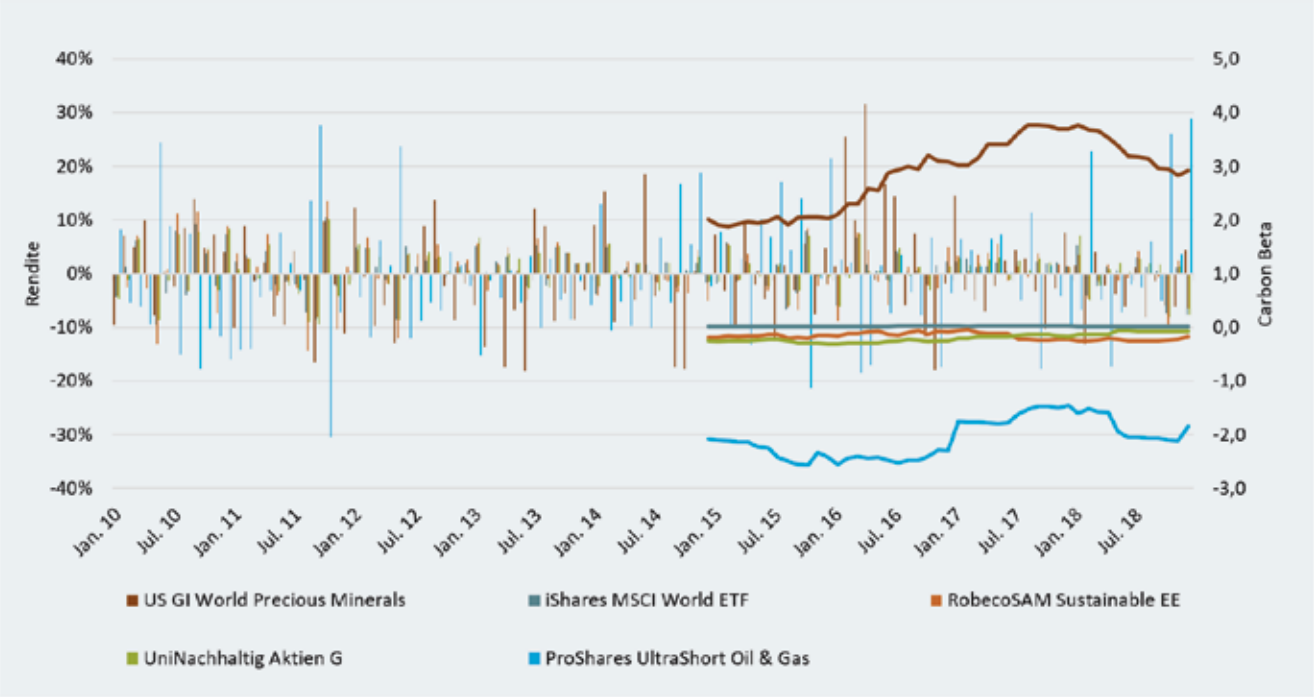


Abbildung 21: Excel-Tool – Arbeitsblatt „Fonds“ – Carbon Betas von Fonds

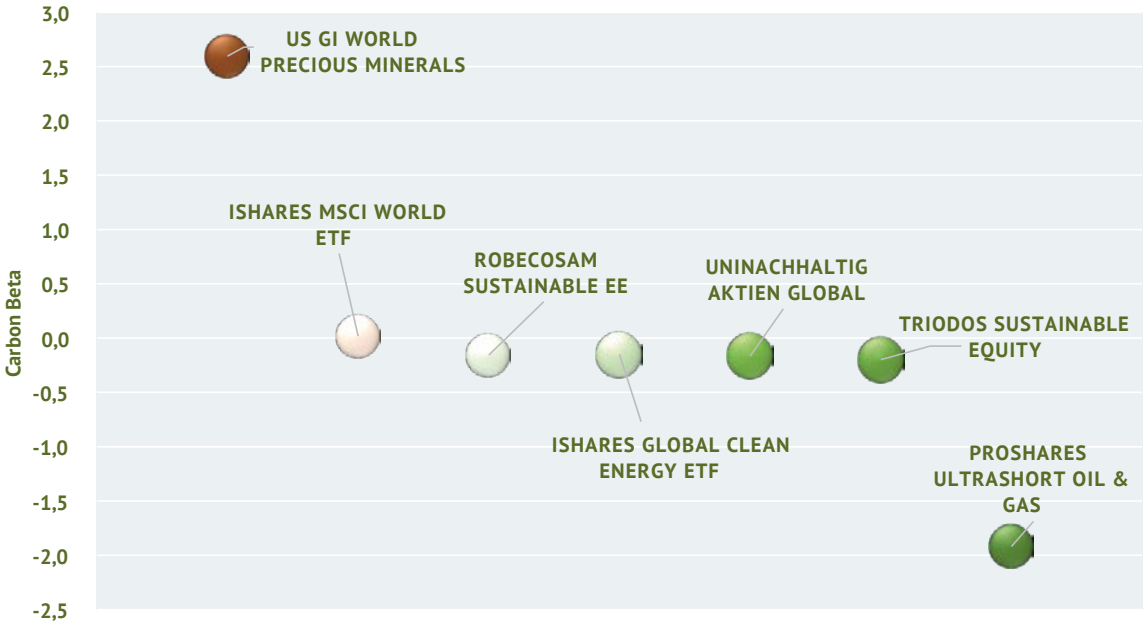


Abbildung 22: Carbon Betas verschiedener Beispiel-Fonds

Beispielhafte Anwendung

Beispielhaft werden im Folgenden die Carbon Betas für einige Fonds bestimmt. Aufbauend auf einem um den Carbon Risiko Faktor *BMG* erweiterten Carhart (1997) Vierfaktorenmodell wird ein konstantes Carbon Beta für den Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018 mittels monatlicher Renditedaten geschätzt und in Abbildung 22 dargestellt.

Der Fonds US GI World Precious Minerals weist mit einem Carbon Beta von 2,59 ein hohes Carbon Risiko auf. Dies deutet darauf hin, dass der Fonds im Falle einer unerwarteten Änderung des Transitionsprozesses in Richtung einer Green Economy stark negativ betroffen wäre.

Es lassen sich aber auch Fonds mit einem negativen Carbon Beta finden, die sich bei einer unerwarteten Änderung des Transitionsprozesses in Richtung einer Green Economy in Erwartung positiv entwickeln würden. Dies gilt etwa für den ProShares UltraShort Oil & Gas (Carbon Beta −1,92) und in geringerem Ausmaß für den Triodos Sustainable Equity (Carbon Beta −0,20) und den UniNachhaltig Aktien Global (Carbon Beta −0,17). Dem stehen Fonds wie der RobecoSam Sustainable EE oder der iShares Global Clean Energy ETF gegenüber, bei denen kein von 0 signifikant verschiedenes Carbon Beta messbar ist. Diese Fonds sind damit nur vom durchschnittlichen Carbon Risiko des Marktes betroffen.

CARIMA

4

Weitere Anwendungs-möglichkeiten



4.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels

Dieses Kapitel widmet sich den praktischen Anwendungsmöglichkeiten des CARIMA-Konzeptes. Eine Reihe von Stakeholder-Gruppen wird sich in den verschiedenen Anwendungsbereichen wiederfinden, sei es als „Sender" der Carbon Risiko-relevanten Informationen oder als ihr „Empfänger". Das Kapitel ist in möglichst allgemeinverständlicher Form formuliert, sodass auch fachfremde Leser ihm folgen und sich in den wesentlichen Teilen der in dem Handbuch behandelten Fragestellungen wiederfinden können.

Ziele des Kapitels

Ziel dieses Kapitels ist es, die Vielfältigkeit der praktischen Anwendungsmöglichkeiten des Carbon Betas für verschiedene Stakeholder-Gruppen aufzuzeigen. Die Anwendungen in diesem Teil des Handbuchs beziehen sich auf Aktien, sie sind aber in der Regel übertragbar auf jede Anlageklasse. Unter dem Begriff „Portfolio Manager" werden institutionelle und private Investoren subsumiert. Das heißt, auch ein Privatanleger, der sein eigenes Aktienportfolio verwaltet, wird als „Portfolio Manager" angesprochen.

Das Carbon Beta ist als Carbon Risiko-Maß universell einsetzbar.

Aufbau des Kapitels

Jeder Abschnitt beginnt mit einer Aufgabenstellung, der man so in der Finanzpraxis begegnet, und an der die Notwendigkeit zur Erfassung von Carbon Risiken aufgezeigt wird. So werden potentielle Anknüpfungspunkte in der Praxis für die verschiedenen Stakeholder-Gruppen diskutiert. Daraufhin werden die methodische Vorgehensweise sowie beispielhafte Anwendungen näher erläutert. In diesem Zusammenhang kann ein Blick zurück zu Kapitel 3 hilfreich sein. Die Beispiele dienen der Veranschaulichung und werden, wo sinnvoll, durch eine Implementierung im Excel-Tool vervollständigt, auf die ebenfalls hingewiesen wird.

Abschnitt 4.2 zeigt eine Anwendung des Carbon Betas auf aggregierter Ebene. Dabei wird aufgezeigt, inwieweit das Carbon Beta auf Länder- und Sektorenebene verwendet werden kann. Diese Darstellung könnte insbesondere für eine Reihe potentieller Stakeholder-Gruppen aus Politik, Regulierung und Portfolio Management interessant sein.

Abschnitt 4.3 beleuchtet den Finanzsektor und insbesondere Banken mit ihrer einmaligen Rolle in einer Case Study genauer.

Abschnitt 4.4 wechselt in die Perspektive eines Portfolio Managers. Diese Perspektive wird bis einschließlich Abschnitt 4.6 beibehalten.

Sie beginnt mit der Umsetzung von Strategien zur Steuerung und zum Hedging von Carbon Risiken in Portfolios (Abschnitt 4.4).

Daraufhin folgen zwei Ansätze zur Portfolioallokation unter Anwendung des Carbon Betas: Der „Best-in-class" Ansatz (Abschnitt 4.5) und das „Factor Investing" (Abschnitt 4.6).

Abschnitt 4.7 nimmt schließlich die Sichtweise von Analysten am Finanzmarkt ein und betrachtet fundamentale Einflussfaktoren des Carbon Betas, die die fundamentale Analyse des Carbon Risikos auf Unternehmensebene unterstützen.

Die Case Study in Abschnitt 4.8 führt Stresstests eines „braunen" Portfolios durch.

Abschnitt 4.9 zeigt abschließend, wie das Carbon Beta in Berichtspflichten und damit Unternehmensreports integriert werden kann. Aufgrund ihres Stellenwertes in der aktuellen Diskussion geht dieser Abschnitt auch auf die Rolle der Financed Emissions im Reporting von Carbon Risiken ein.

4.2 Ermittlung des Carbon Risikos auf Länder- und Sektorenebene*

Die ermittelten Carbon Betas der einzelnen Finanztitel sind additiv und können daher recht einfach auf verschiedene Ebenen aggregiert werden. Im Weiteren werden hierfür zwei Anwendungsbeispiele auf Länder- und Sektorenebene aufgezeigt.

Wichtigkeit der Carbon Risiken im Länder- und Sektorenvergleich für Entscheidungen der Politik

Politik und Regulatorik sind bei ihren Entscheidungen gezwungen, das große Bild im Blick zu behalten, vorzugsweise unter Beachtung aller möglichen Wirkungsketten und Nebeneffekte. Daher ist es für diese Entscheidungsorgane oft notwendig und sinnvoll, Szenarien zu definieren und sie im Hinblick auf potentielle politische Maßnahmen auf aggregierter Ebene zu analysieren.

Dies trifft auch für die Klimapolitik zu. Eine Betrachtung des Carbon Betas auf Länderebene macht deutlich, wie sensitiv ein Land – oder genauer: die Summe seiner (börsennotierten) Unternehmen – auf unerwartete Veränderungen im Transitionsprozess in Richtung einer Green Economy reagiert. Der Ist-Zustand und ein Vergleich mit anderen Ländern kann Aufschluss darüber geben, ob die Klimapolitik effizient und wirkungsvoll ist. Auch die Betrachtung des Carbon Betas auf Sektorenebene liefert wichtige Anhaltspunkte. Die Regulierung bestimmter Industrien über Grundsatzentscheidungen, wie zum Beispiel den Ausstieg aus der Kohleförderung, kann so evaluiert werden.



Anknüpfungspunkte im Portfolio Management

Auch Entscheidungsorgane in kleineren Organisationseinheiten sehen sich regelmäßig mit ähnlichen Fragestellungen konfrontiert: Sollten beispielsweise Portfolio Manager auf länder- oder sektorenspezifische Anlagestrategien zurückgreifen, so interessiert sie unter anderem, wie hoch die Carbon Risiken ihres, zum Beispiel auf Deutschland konzentrierten, Aktienportfolios sind. Die Aggregation des Carbon Betas auf Länder- oder Sektorenebene erlaubt Portfolio Managern, ihre Portfolioallokationsstrategien bezüglich Carbon Risiken zu analysieren und mit entsprechenden länder- und sektorenspezifischen Benchmarks zu vergleichen. Auf diese Weise erhalten sie eine Einschätzung zum Carbon Risiko ihrer Portfolios, die für Portfolio-Anpassungsstrategien hilfreich sein kann. Darüber hinaus kann die Veranschaulichung der Verteilung der Carbon Betas innerhalb eines Landes beziehungsweise eines Sektors dazu dienen, Investitionsstrategien nach dem Best-in-class Ansatz durchzuführen (siehe hierzu Abschnitt 4.5) sowie Anleger umfassender zu informieren (vergleiche Abschnitt 4.9).

Arbeitsschritte zur Bestimmung des Carbon Betas eines Landes beziehungsweise eines Sektors:

1. Festlegung des zu analysierenden Landes/Sektors
2. Auswahl der relevanten Aktien pro Land/Sektor
3. Bestimmung der Carbon Betas pro Aktie
4. Aggregation aller Carbon Betas innerhalb eines Landes/Sektors
5. Darstellung zum Beispiel über Landkarten oder Box-Whisker-Plots
6. Analyse der länderspezifischen/sektorenspezifischen Carbon Betas und Ableitung entsprechender Maßnahmen

Methodik: Bestimmung des aggregierten Carbon Betas

Das Carbon Beta eines Landes beziehungsweise eines Sektors kann gleichgewichtet oder wertgewichtet ermittelt werden. Bei Gleichgewichtung der Carbon Betas entspricht das aggregierte Carbon Beta dem Mittelwert der Carbon Betas der einzelnen Finanztitel. Für bestimmte Fragestellungen ist es sinnvoll, die Carbon Betas der einzelnen Finanztitel mit der Marktkapitalisierung der Aktien zu gewichten, um so ein wertgewichtetes Carbon Beta zu erhalten. Zur Darstellung der Ergebnisse bieten sich verschiedene Diagramme an, wie der „Box-Whisker-Plot“ (siehe Infobox 6).

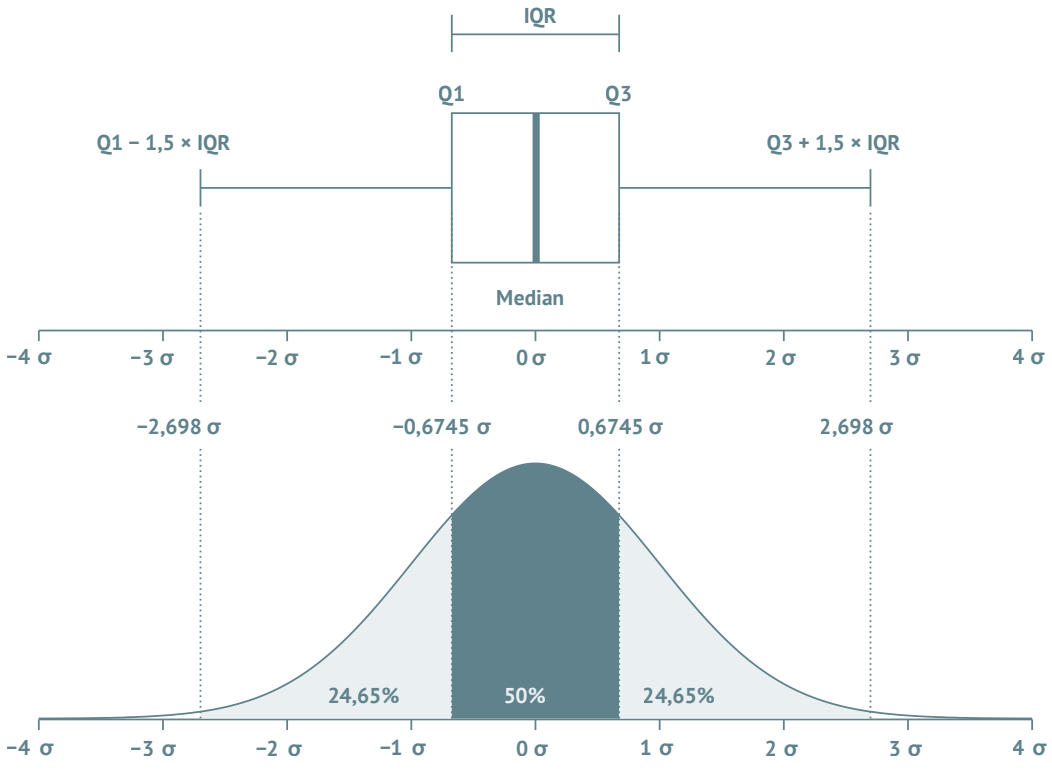
INFOBOX 6

Box-Whisker-Plot

Der Box-Whisker-Plot oder das Kastendiagramm dient der grafischen Darstellung der Verteilung der Ausprägungen eines bestimmten Merkmals.

Das Diagramm ist wie folgt aufgebaut: Das Rechteck oder die Box zeigt den Bereich, in dem 50 Prozent der Beobachtungen liegen. Sie wird durch das untere (Q1) und das obere (Q3) Quartil begrenzt, dem sogenannten Interquartilsabstand („interquartile range", IQR). Innerhalb der Box findet sich eine Markierung, die den Median kennzeichnet. Links und rechts außerhalb der Box sind die Antennen („whiskers") zu finden. Die Antennen markieren den 1,5-fachen Interquartilsabstand ausgehend vom unteren und oberen Quartil. Jede Antenne deckt somit circa 25 Prozent an Beobachtungen ab.

Um die Verteilung der Werte zu verdeutlichen, zeigt Abbildung 23 den Box-Whisker-Plot eines standardnormalverteilten Merkmals und darunter die zugehörige Dichtefunktion. Der Median liegt definitionsgemäß bei Null. Der Interquartilsabstand deckt 50 Prozent der Beobachtungen ab und wird durch das 0,6745-fache der Standardabweichung von links und rechts begrenzt. Die Antennen schließen absolut beim 2,698-fachen der Standardabweichung der Normalverteilung. Dies entspricht jeweils 24,65 Prozent der Beobachtungen.



Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boxplot_vs_PDF.svg

Abbildung 23: Box-Whisker-Plot und Dichtefunktion der Normalverteilung

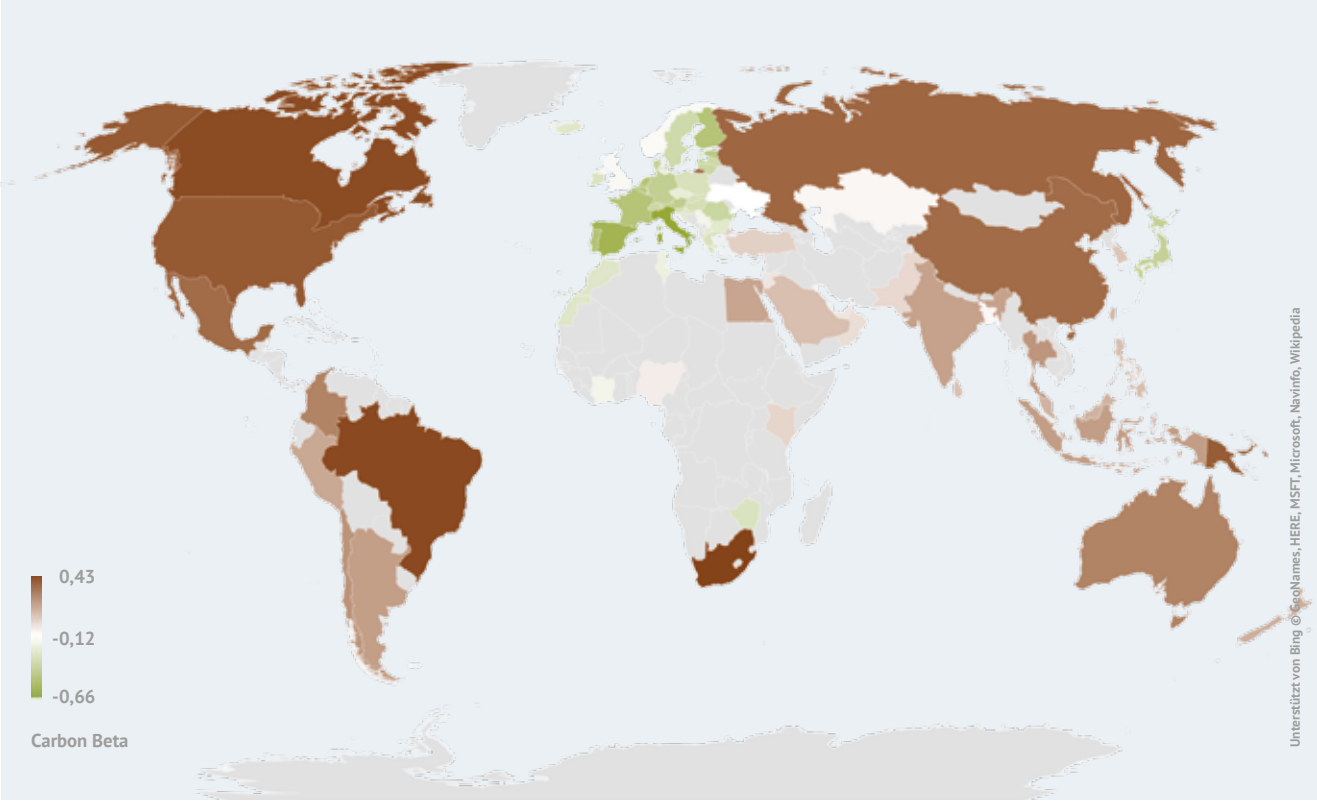


Abbildung 24: Carbon Beta auf Länderebene

Beispielhafte Anwendung auf Länderebene

Es sollen im Weiteren möglichst viele Länder verglichen werden (Schritt 1). Die Restriktion zur Auswahl der Unternehmen stellt die Verfügbarkeit von Renditezeitreihen und Marktkapitalisierung dar (Schritt 2). Dabei ist es aus statistischen Gründen sinnvoll, eine möglichst große Anzahl an Unternehmen pro Land zur Verfügung zu haben, um aussagekräftige Ergebnisse für ein Land zu erhalten. Im Folgenden wurde die Restriktion eingeführt, dass mindestens 30 Unternehmen pro Land verfügbar sind. So vermindert sich in der Regel auch der Schätzfehler für die Carbon Betas. Für jedes Unternehmen wir nun ein Carbon Beta geschätzt (Schritt 3). Anschließend werden die Carbon Betas der Unternehmen eines Landes nach ihrer Marktkapitalisierung wertgewichtet aggregiert (Schritt 4). Zur Veranschaulichung des Ergebnisses werden die Carbon Betas grafisch in einer Landkarte dargestellt (Schritt 5). Die Farben spiegeln dabei das Carbon Risiko relativ zu den betrachteten Ländern wider (siehe Abbildung 24). „Braun“ steht hierbei für ein relativ hohes Carbon Beta und „grün“ für ein relativ niedriges Carbon Beta.

Die Interpretation auf Basis der hier verwendeten Daten ist wie folgt (Schritt 6): Erwartungsgemäß zeigen europäische Länder ein geringeres Carbon Beta. Besonders die ambitionierte Klimapolitik der Europäischen Kommission, wie beispielsweise die Implementierung des EU Emissionshandelssystems, könnte dafürsprechen, dass Europa in der Welt eine Vorreiter-Rolle im Transitionsprozess hin zur Green Economy einnimmt. Im Gegensatz dazu zeigen Südafrika, Brasilien und Kanada ein hohes positives Carbon Beta („braun“ eingefärbt). Die Klimapolitik dieser Länder gilt auch laut des Climate Action Trackers (2018) als ungenügend. Eine entsprechende weiterführende Analyse der Klimapolitik dieser Länder mit der Ableitung von Maßnahmen wäre eine logische Schlussfolgerung aufgrund dieses Ergebnisses.

Beispielhafte Anwendung auf Sektorenebene

Im Folgenden wird der gleiche Datensatz wie im vorherigen Beispiel verwendet (Schritte 1 und 2), die Carbon Betas der einzelnen Aktien bestimmt (Schritt 3) und die Carbon Betas der einzelnen Sektoren in einem Box-Whisker-Plot veranschaulicht (Schritte 4 und 5) (siehe Abbildung 25). Die Sektoren sind aufsteigend nach dem Median der Carbon Betas sortiert.

Anhand der Box-Whisker-Plots lässt sich leicht erkennen, dass die Spannweite der Carbon Betas relativ groß ist. Diese Erkenntnis ist vor allem für die Implementierung von Best-in-class Ansätzen wesentlich (siehe Abschnitt 4.5).

Darüber hinaus ergeben sich einige erwartete Muster: Im Grundstoff- und Energiesektor finden sich im Median positive Carbon Betas, das heißt als „braun“ bekannte Sektoren werden so auch mithilfe des Carbon Betas identifiziert. Der Technologiesektor hingegen zeigt im Median ein Carbon Beta nahe Null und gilt damit als „neutral“ bezüglich Carbon Risiken (Schritt 6).

Portfolio Manager erkennen so, dass eine Investition in den Energiesektor im Schnitt zu einem „braunen“ Portfolio führt. Gleichzeitig sehen sie aber auch, dass man durch geeignete Wahl von Aktien im Energiesektor durchaus niedrig positive bis negative Carbon Betas erhalten kann.

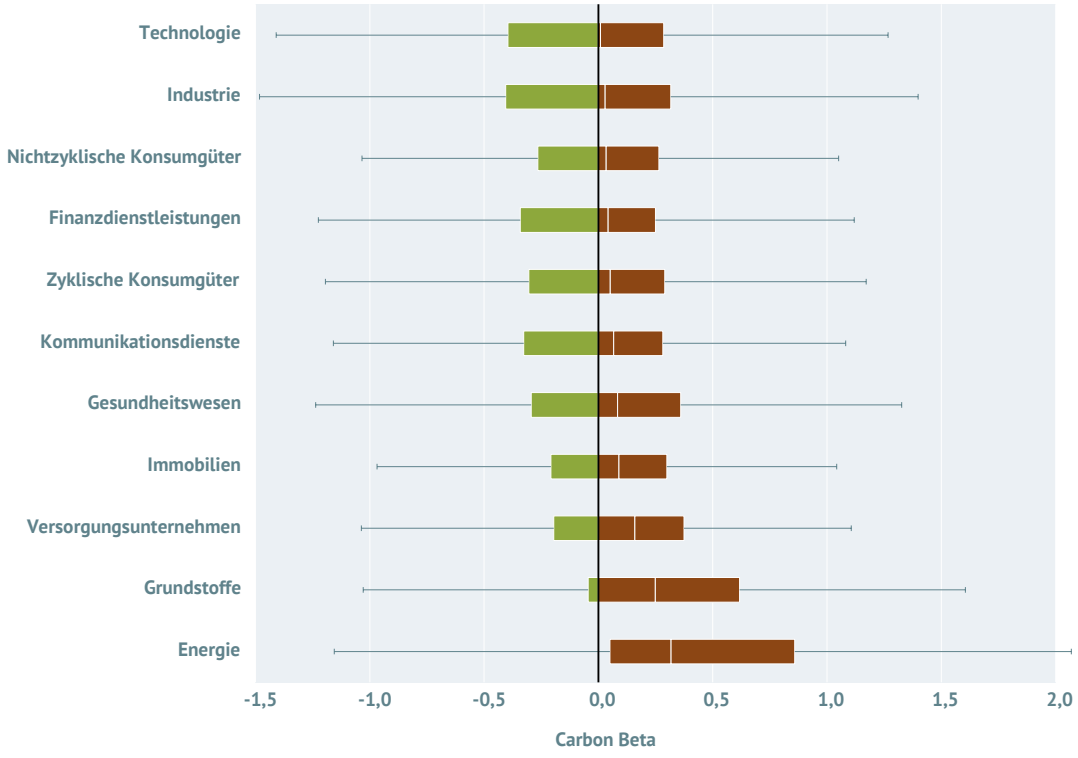
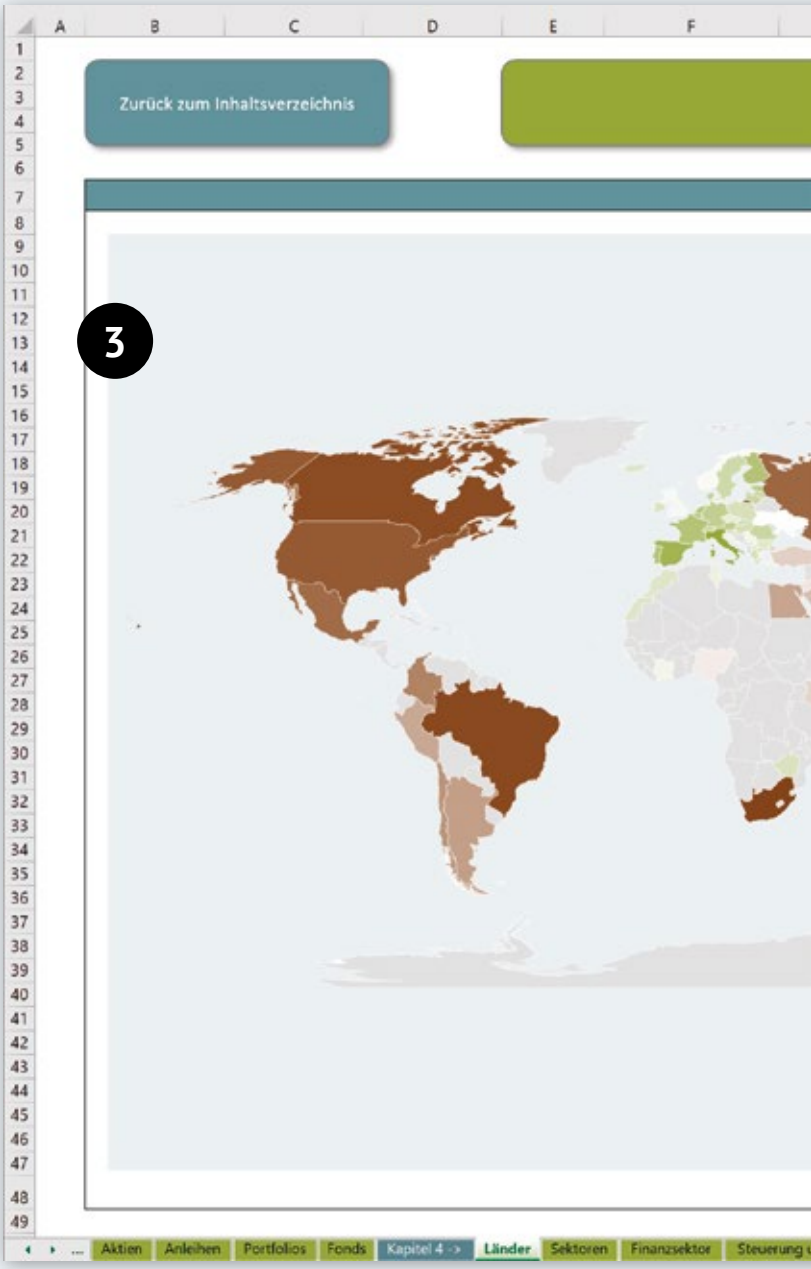


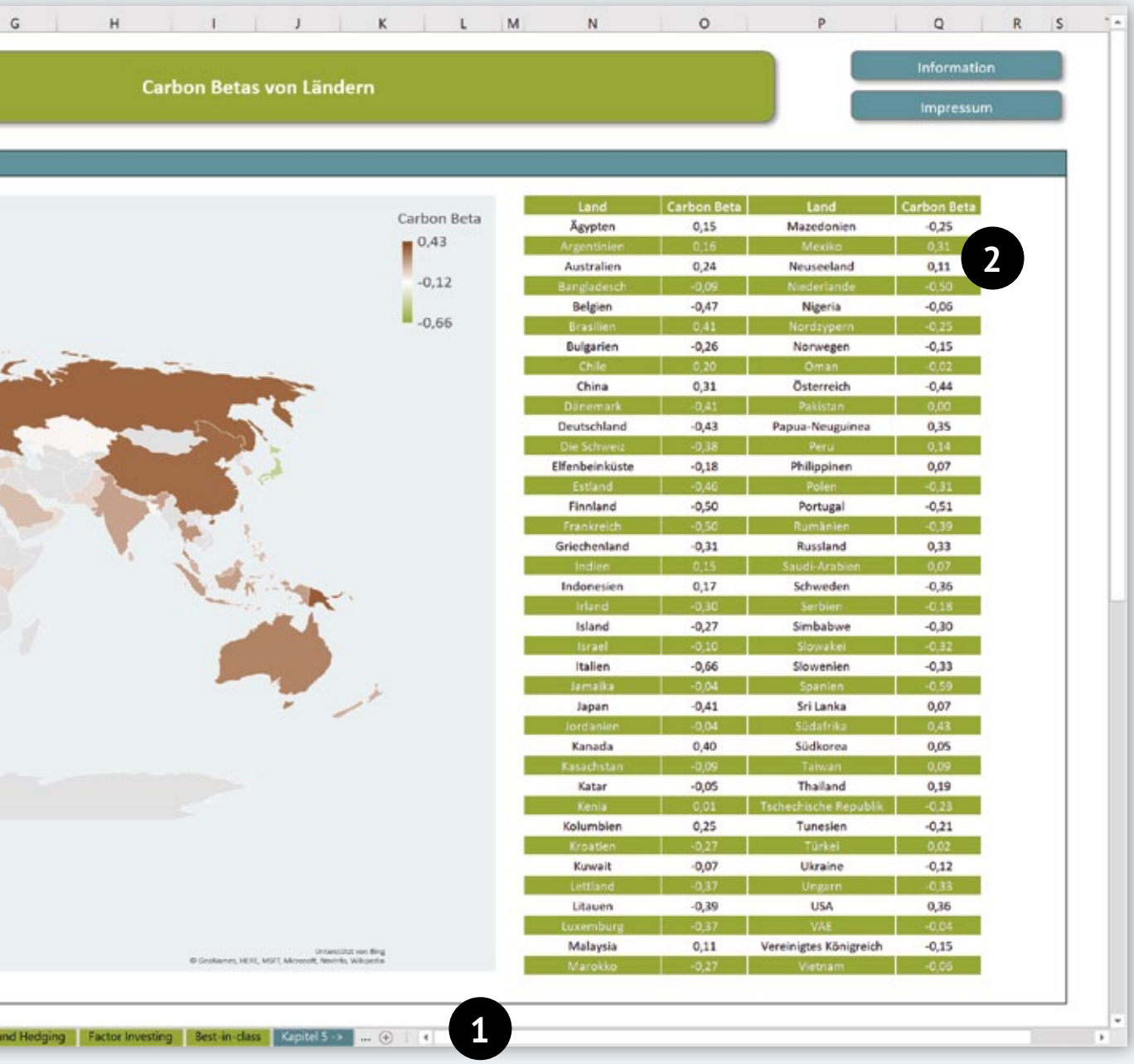
Abbildung 25: Box-Whisker-Plots der Carbon Betas einzelner Sektoren

Für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf Länderebene gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Länder“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.



1 Die Auswertung des Carbon Risikos auf Länderebene befindet sich im Tabellenblatt „Länder“.

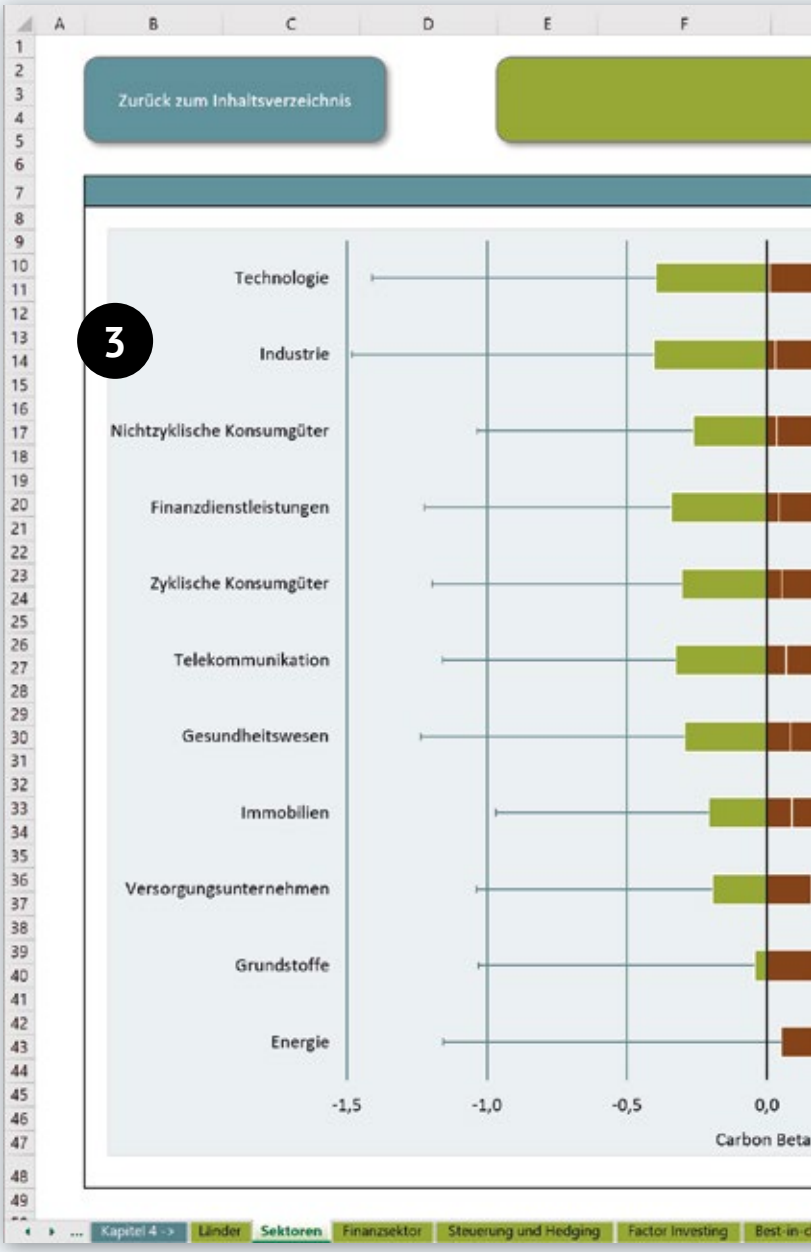
2 Auf der rechten Seite des Tabellenblatts stehen die bereits aggregierten Carbon Betas pro Land



Land	Carbon Beta	Land	Carbon Beta
Ägypten	0,15	Mazedonien	-0,25
Argentinien	0,16	Mexiko	0,31
Australien	0,24	Neuseeland	0,11
Bangladesch	-0,09	Niederlande	-0,50
Belgien	-0,47	Nigeria	-0,06
Brasilien	0,41	Nordzypern	-0,25
Bulgarien	-0,26	Norwegen	-0,15
Chile	0,20	Oman	-0,02
China	0,31	Österreich	-0,44
Dänemark	-0,41	Pakistan	0,00
Deutschland	-0,43	Papua-Neuguinea	0,35
Die Schweiz	-0,38	Peru	0,14
Elfenbeinküste	-0,18	Philippinen	0,07
Estland	-0,46	Polen	-0,31
Finnland	-0,50	Portugal	-0,51
Frankreich	-0,50	Rumänien	-0,39
Griechenland	-0,31	Russland	0,33
Indien	0,15	Saudi-Arabien	0,07
Indonesien	0,17	Schweden	-0,36
Irland	-0,30	Serbien	-0,18
Island	-0,27	Simbabwe	-0,30
Israel	-0,10	Slowakei	-0,32
Italien	-0,66	Slowenien	-0,33
Jamaika	-0,04	Spanien	-0,59
Japan	-0,41	Sri Lanka	0,07
Jordanien	-0,04	Südafrika	0,43
Kanada	0,40	Südkorea	0,05
Kasachstan	-0,09	Taiwan	0,09
Katar	-0,05	Thailand	0,19
Kenia	0,01	Tschechische Republik	-0,23
Kolumbien	0,25	Tunesien	-0,21
Kroatien	-0,27	Türkei	0,02
Kuwait	-0,07	Ukraine	-0,12
Lettland	-0,37	Ungarn	-0,33
Litauen	-0,39	USA	0,36
Luxemburg	-0,37	VAE	-0,04
Malaysia	0,11	Vereinigtes Königreich	-0,15
Marokko	-0,27	Vietnam	-0,09

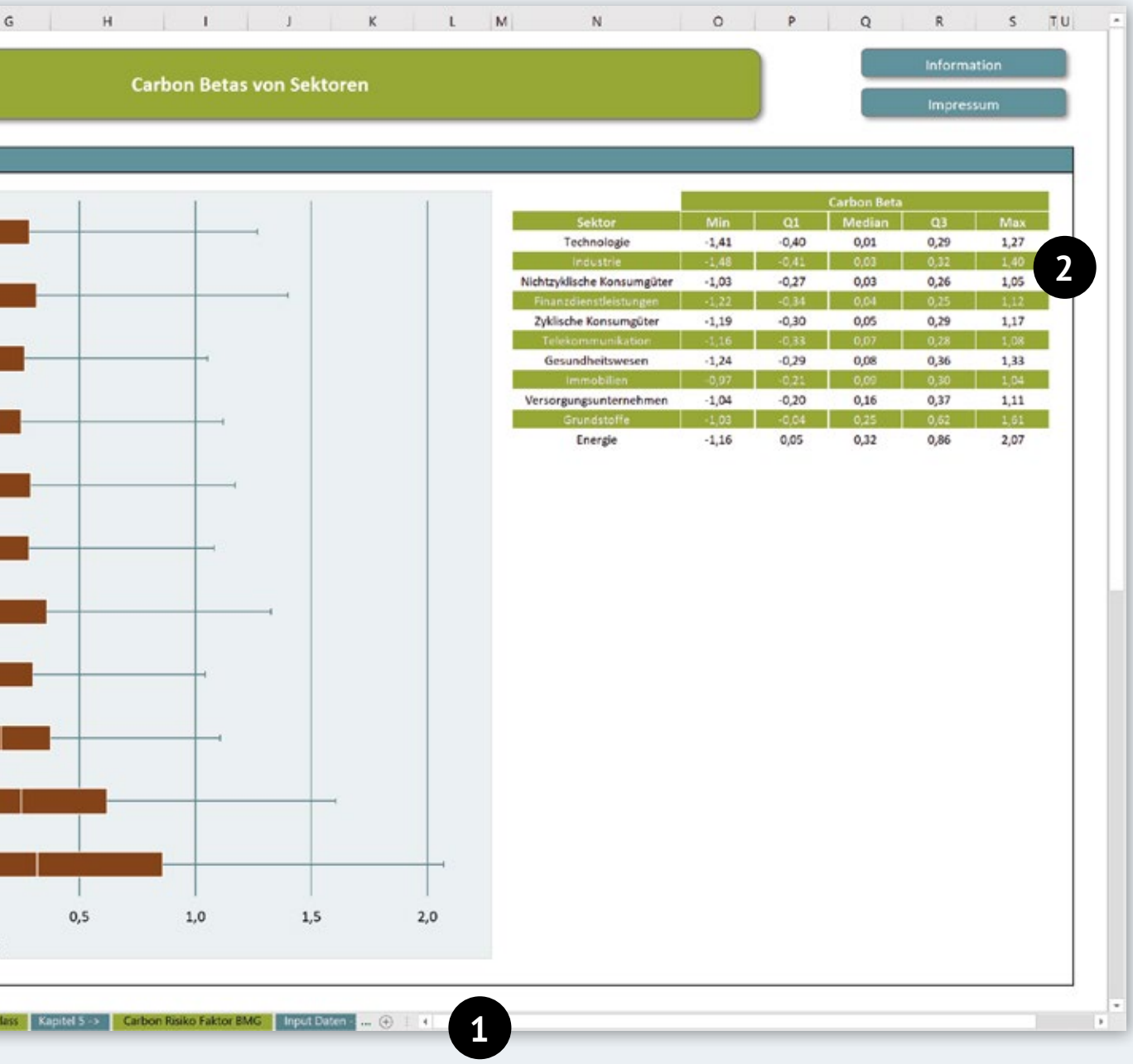
3 Zur Veranschaulichung werden die Carbon Betas pro Land in einer Landkarte dargestellt. Diese Grafik wird sich bei Änderung der Daten auf der rechten Seite nicht anpassen, da die Anwendung auf einem Excel-Diagrammtyp („Flächenkartogramm“) basiert, der nur für die neuesten Office-Versionen verfügbar ist.

Für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf Sektorenebene gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Sektoren“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.



1 Die Auswertung des Carbon Risikos auf Sektorenebene mittels Box-Whisker-Plots befindet sich im Tabellenblatt „Sektoren“.

2 Auf der rechten Seite des Tabellenblatts findet man die Statistiken der bereits aggregierten Carbon Betas pro Sektor. Dabei steht „Carbon Beta Q1“ für den Wert des ersten Quartils der Carbon Betas eines Sektors, „Carbon Beta Median“ für den Median der Carbon Betas im jeweiligen Sektor und „Carbon Beta Q3“ für den Wert des dritten Quartils der Carbon Betas eines Sektors. Diese Werte können geändert werden.



3 Zur Veranschaulichung werden die Carbon Betas pro Sektor in einem Box-Whisker-Plot dargestellt. Bei Änderung der Werte auf der rechten Seite passt sich dieses Diagramm an.

4.3 Case Study: Carbon Risiko im Banken- und Finanzsektor*

Im Folgenden wird gezeigt, wie eine mögliche Interpretation des Carbon Betas für Finanzinstitute erfolgen könnte. Wie in Abbildung 25 ersichtlich, sind auch Unternehmen des Finanzsektors einem Carbon Risiko ausgesetzt.

Grundsätzlich generieren Finanzinstitute in ihrem operativen Tagesgeschäft wenig bis gar keine CO_2-Emissionen. Dementsprechend sind auch Emissionsreduktionsziele nicht relevant. Das Carbon Beta misst aber auch das Carbon Risiko, das durch die Finanzierung von „braunen" Unternehmen und Projekten für die Finanzinstitute besteht. Banken, die „grüne" Unternehmen finanzieren, sollten ein geringeres Carbon Beta aufweisen als diejenigen, die „braune" Unternehmen finanzieren, da sich das Carbon Risiko des finanzierten Unternehmens auf das geldgebende Institut überträgt.

Erkenntnisse über das Carbon Risiko im Banken- und Finanzsektor sind für Portfolio Manager von großer Bedeutung.

Wenn man davon ausgeht, dass Finanzinstitute vermehrt als Geldgeber für lokale beziehungsweise inländische Unternehmen fungieren, kann folgende Hypothese formuliert werden: Finanzinstitute werden maßgeblich über die Finanzierung lokaler Unternehmen und Projekte vom Carbon Risiko der im Land operierenden Unternehmen beeinflusst.

Um diese Hypothese zu testen, kann für jedes Land das durchschnittliche Carbon Beta der Banken mit dem durchschnittlichen Carbon Beta der Nicht-Finanzunternehmen verglichen werden. Zunächst wird für jedes Land das durchschnittliche Carbon Beta aller Unternehmen der nicht-finanzwirtschaftlichen Sektoren berechnet. Auf dieser Grundlage werden alle Länder in eine von drei Kategorien eingeteilt: hohes, mittleres und niedriges Carbon Beta. So legt man fest, wie die Unternehmen der einzelnen Länder von Carbon Risiken betroffen sind und weist ihnen anschließend das Attribut „braun", „neutral" oder „grün" zu.

	„Braunes" Land	„Neutrales" Land	„Grünes" Land
Panel A. Bankensektor			
Ø Carbon Beta	0,250	0,135	−0,337
Δ „neutrales" Land	−0,116**		
Δ „grünes" Land	−0,587***	−0,472***	
Panel B. Finanzsektor			
Ø Carbon Beta	0,267	0,121	−0,305
Δ „neutrales" Land	−0,147***		
Δ „grünes" Land	−0,572***	−0,425***	

Tabelle 14: Carbon Betas im Banken- und Finanzsektor

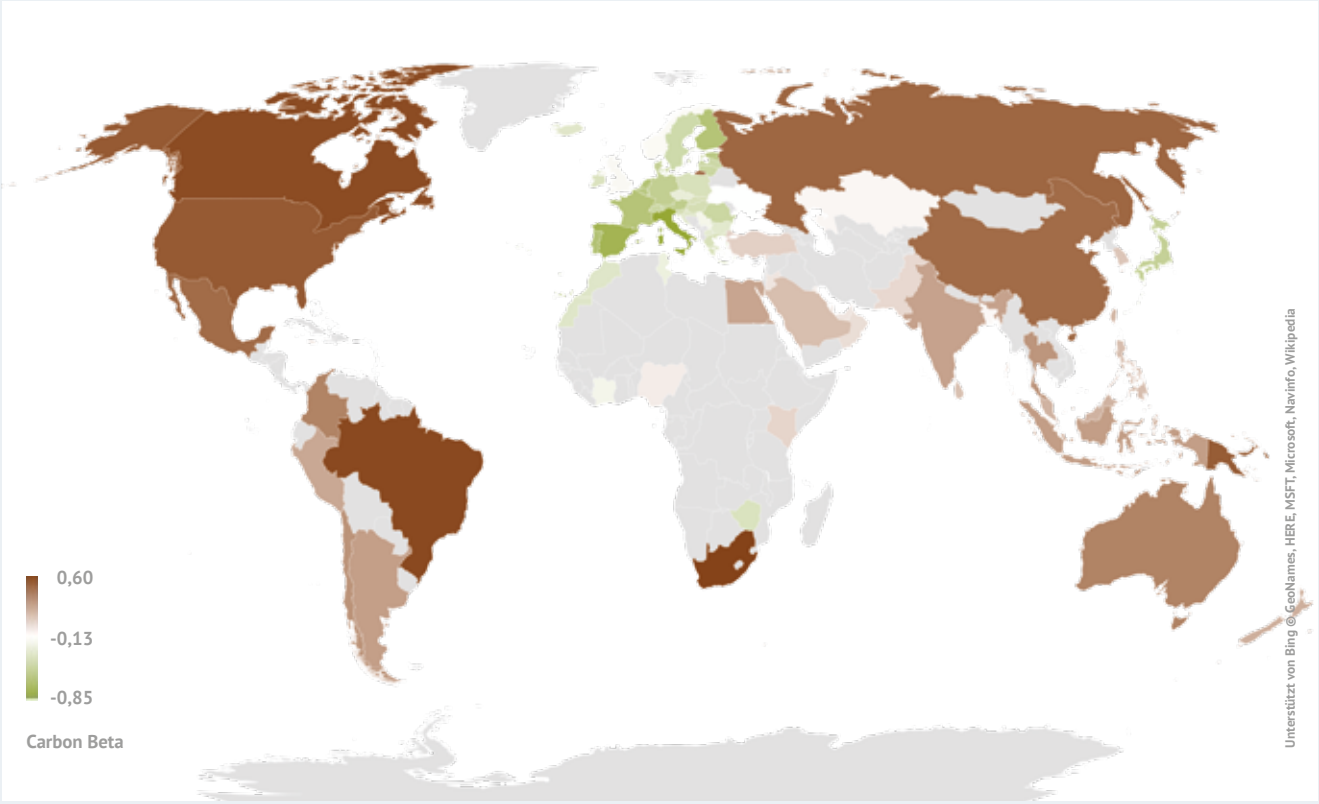


Abbildung 26: Carbon Betas des Finanzsektors auf Länderebene

Nun wird für alle „braunen“, „neutralen“ und „grünen“ Länder das durchschnittliche Carbon Beta der Banken in diesen Ländern bestimmt (siehe Tabelle 14, Panel A.).

Banken eines „braunen“ Landes haben ein durchschnittliches Carbon Beta von 0,250. In einem „neutralen“ Land beläuft sich das Carbon Beta auf 0,135 und eine Bank in einem „grünen“ Land weist ein Carbon Beta von –0,337 auf. Es zeigt sich, dass Banken in „grünen“ Ländern ein signifikant niedrigeres Carbon Beta (–0,587) aufweisen als Banken in „braunen“ Ländern. Gegenüber einem „neutralen“ Land zeigen Banken in „grünen“ Ländern ein um 0,472 niedrigeres Carbon Beta. Die Spanne zwischen einem „neutralen“ und „braunen“ Land ist dabei etwas geringer mit –0,116.

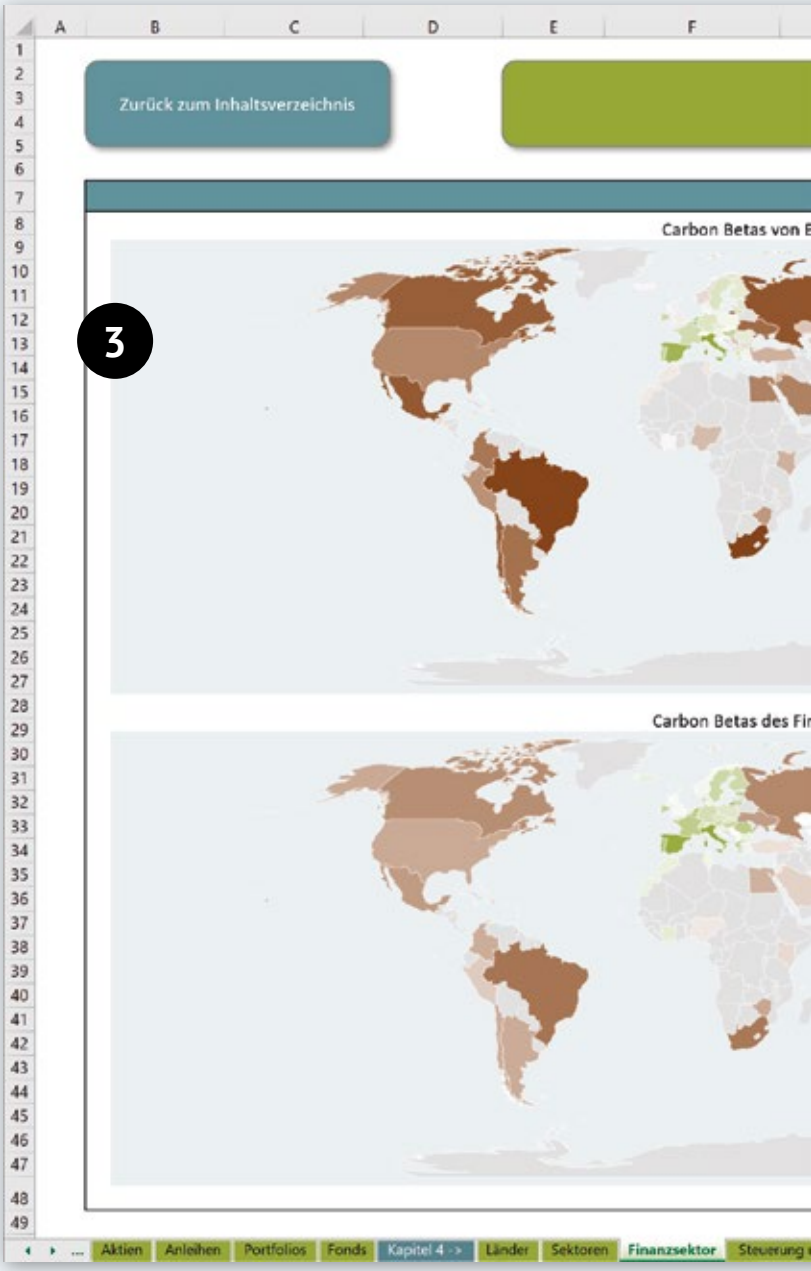
Diese Zusammenhänge ergeben sich auch, wenn man nicht nur Banken, sondern den Finanzsektor in seiner Gesamtheit betrachtet (Siehe Tabelle 14, Panel B.). Der Finanzsektor beinhaltet in dieser Analyse Banken, Asset Management, Investment Banking, Kreditdienstleistungen und Versicherungen.

Das Carbon Beta des Finanzsektors kann auch auf Landesebene betrachtet werden. Abbildung 26 zeigt das wertgewichtete Carbon Beta des Finanzsektors der einzelnen Länder. Die Landkarte folgt dabei einer ähnlichen farblichen Darstellung wie bei Betrachtung aller Unternehmen (Abbildung 24).

Erkenntnisse über das Carbon Risiko im Banken- und Finanzsektor sind für Portfolio Manager von großer Bedeutung.

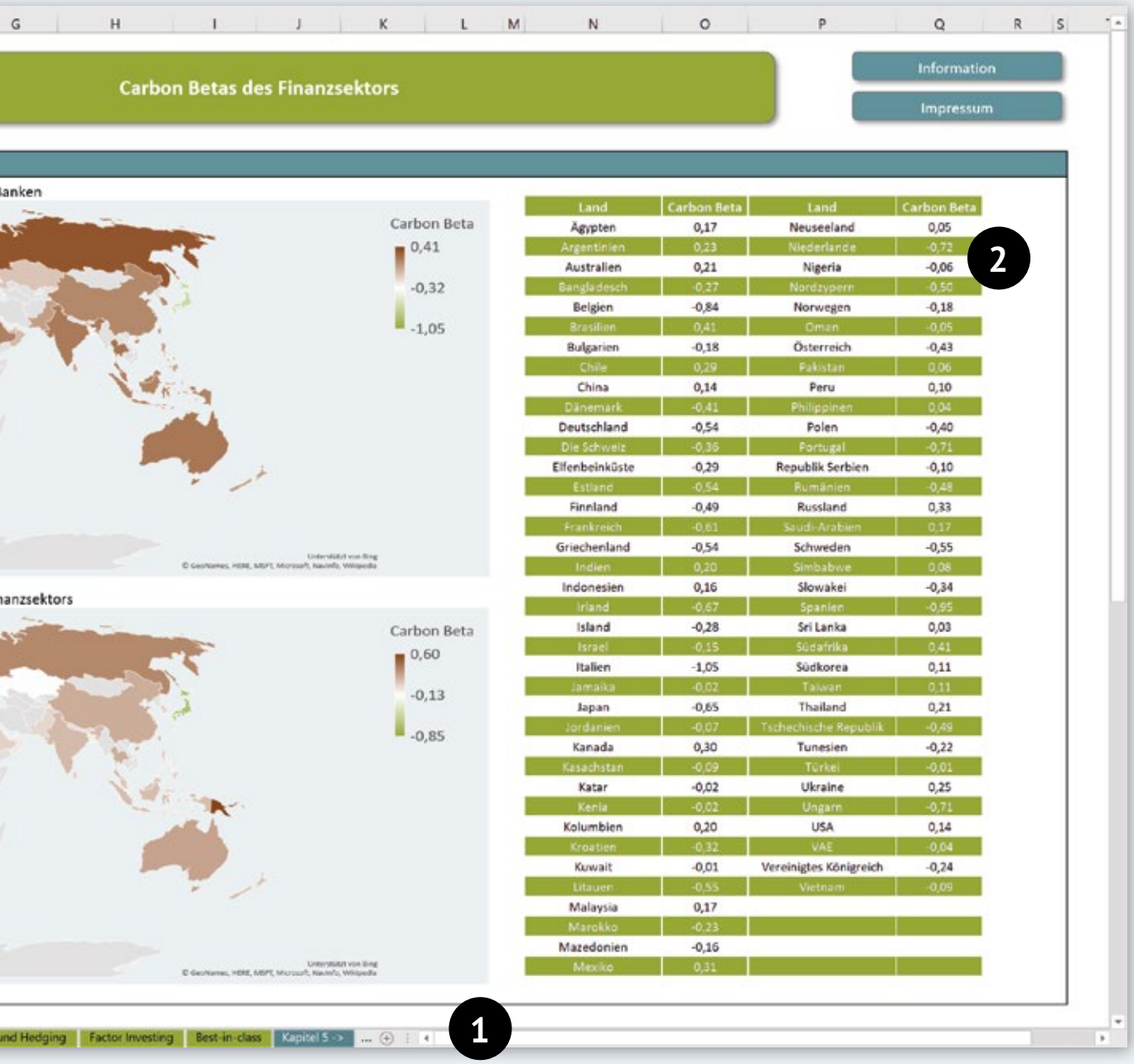
Diese Erkenntnisse sprechen dafür, dass Finanzinstitute den Carbon Risiken ihres operativen Standpunktes ausgesetzt sind. Auch wenn Unternehmen des Finanzsektors „sauber“ sind, sind sie dennoch durch die Finanzierung von Unternehmen und Projekten ihres Landes sensitiv gegenüber Risiken aus dem Transitionsprozess der Wirtschaft. Diese Erkenntnis kann auch für Portfolio Manager und Investoren von Bedeutung sein, die in ihren Portfolios das Carbon Risiko berücksichtigen.

Für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes auf den Finanzsektor gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Finanzsektor“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.



1 Die Auswertung des Carbon Risikos auf Sektorenebene mittels Landkarte befindet sich im Tabellenblatt „Finanzsektor“, da diese Darstellung beispielhaft für den Finanzsektor umgesetzt wird.

2 Auf der rechten Seite des Tabellenblatts stehen die bereits aggregierten Carbon Betas eines bestimmten Sektors (in diesem Fall des Finanzsektors) pro Land.



3 Zur Veranschaulichung werden die Carbon Betas eines Sektors pro Land in einer Landkarte dargestellt. Im Excel-Tool werden zwei Fälle veranschaulicht: Die Carbon Betas der Banken und des Finanzsektors. Die Grafiken werden sich bei Änderung der Daten auf der rechten Seite nicht anpassen, da die Anwendung auf einem Excel-Diagrammtyp („Flächenkartogramm“) basiert, der nur für die neuesten Office-Versionen verfügbar ist.

4.4 Steuerung und Hedging von Carbon Risiken*

Portfoliostrategien dienen unter anderem zur Steuerung der Risiken im Portfolio. Hedgingstrategien sind eine Unterkategorie der Strategien zur Steuerung von Risiken. Dabei erfolgt eine Maßnahme, um das Portfolio gegen bestimmte Risiken abzusichern. Ein bekanntes Beispiel sind Währungsrisiken, die durch Aufnahme von entsprechenden Produkten in das Portfolio, zum Beispiel Währungs-Futures oder Währung-Swaps, reduziert werden können.

Anknüpfungspunkte in der Praxis

Anhand des Carbon Betas ist es Portfolio Managern und Investoren möglich, das Carbon Risiko ihrer Portfolios gezielt zu steuern. Zum einen kann ein Exposure des Portfolios auf Carbon Risiken in gewünschter Höhe generiert werden. Portfolio Manager und Investoren können so gezielt „grüne“ und auch „braune“ Portfolios konstruieren und auf (vom Markt unerwartete) Entwicklungen im Transitionsprozess der Wirtschaft spekulieren. Zum anderen können Portfolio Manager anhand des Carbon Betas Portfolios gestalten, die gegenüber Carbon Risiken neutral, also abgesichert sind. So können nicht nur Hedgingstrategien umgesetzt, sondern auch neue Portfolios und Produkte generiert werden, die ein bestimmtes Carbon Risiko aufweisen.

Arbeitsschritte zur Steuerung von Carbon Risiken in Portfolios:

1. Auswahl des Portfolios, dessen Carbon Risiko gesteuert werden soll
2. Festlegung des gewünschten Carbon Risiko-Levels des Portfolios
3. Bestimmung der Carbon Betas potentieller Portfolios
4. Vergleich potentieller Portfolios und Auswahl anhand der gewünschten Strategie
5. Umsetzung der gewählten Strategie

Methodik: Steuerung und Hedging von Carbon Risiken

Das beispielhafte Szenario bestimmt sich wie folgt: Ein Portfolio Manager hat ein bestehendes Portfolio und möchte die Carbon Risiken seines Portfolios aktiv steuern. Bei der Zusammenstellung seines Portfolios kann er auf unterschiedliche Anlageklassen wie Aktien, Fonds und Anleihen zurückgreifen. Somit steht ihm eine Auswahl an Assets aus unterschiedlichen Anlageklassen zur Verfügung. Für jedes der möglichen Assets kann ein Carbon Beta bestimmt werden (siehe Kapitel 3). Dieses dient als Ausgangsbasis zur Steuerung von Carbon Risiken.

Somit liegt im ersten Schritt ein Carbon Beta für jedes der potentiellen Assets vor. Anschließend kann der Portfolio Manager über die Auswahl an Assets und deren Gewichtung im Portfolio ein Carbon Beta für das gesamte Portfolio bestimmen. Dies erfolgt durch eine Wertgewichtung der Renditen der Assets im Portfolio mit den entsprechenden Portfoliogewichten.



Wie in Abschnitt 3.7 erläutert, kann es von Bedeutung sein, zwischen zeitkonstanten und zeitvariablen Gewichten der Assets im Portfolio zu unterscheiden. Hier wird die Annahme getroffen, dass der Portfolio Manager zeitkonstante Gewichte bevorzugt und sein Portfolio in jeder Periode entsprechend umschichtet. Die wertgewichteten Renditen können zu jedem Zeitpunkt zu einer Portfoliorendite addiert werden, woraus das Carbon Beta geschätzt werden kann (Bottom-Up-Ansatz). Alternativ kann das Carbon Beta des Portfolios auch über eine Regression mit der bekannten Portfoliorendite als abhängiger Variable bestimmt werden (Top-Down-Ansatz). Dies wiederholt er für unterschiedliche Zusammensetzungen seines Portfolios.

Je nach Zusammensetzung des Portfolios ergibt sich ein anderes Carbon Beta. Der Portfolio Manager kann dabei verschiedene Szenarien in der Portfolio-Zusammensetzung testen und das von ihm präferierte Ergebnis umsetzen. So kann er sein Portfolio absichern beziehungsweise das Carbon Risiko in die gewünschte Richtung steuern. Damit ist das Carbon Beta eine Kennzahl zur Steuerung von Carbon Risiken in Portfolios.

Beispielhafte Anwendung

Einem Portfolio Manager stehen folgende Assets in seinem Anlageuniversum zur Verfügung: Der US Global Investors Precious Minerals Fonds, der iShares MSCI World Exchange Traded Fund (ETF) und die Aktie von Vestas. Es wird davon ausgegangen, dass der Portfolio Manager zu 100 Prozent in den US Global Investors Precious Minerals Fonds investiert ist. Dieser Fonds weist ein durchschnittliches Carbon Beta von 2,60 auf und gilt erwartungsgemäß als „braun“. Der Portfolio Manager wird nun durch

seine Anleger dazu angehalten, das Carbon Risiko dieses Portfolios aktiv zu steuern (Schritt 1) und möglichst neutral gegenüber Carbon Risiken zu werden (Schritt 2). Nimmt er die Aktie von Vestas mit einem Carbon Beta von –2,15 in das Portfolio auf, so kann er die Carbon Risiken neutralisieren. Investiert er beispielsweise 80 Prozent in den Fonds und 20 Prozent in die Aktie, so erhält er ein neues Portfolio mit einem Carbon Beta von 1,64. Entscheidet der Portfolio Manager sich hingegen für eine Gleichgewichtung des Fonds und der Aktie im Portfolio, resultiert ein Carbon Beta von 0,22 (Schritt 3). Der Portfolio Manager präferiert ein Carbon Beta in Höhe von 0,22 gegenüber dem deutlich höheren Wert von 1,64, entscheidet sich somit für eine Gleichgewichtung von Fonds und Aktie und investiert zu gleichen Teilen in die beiden Assets (Schritte 4 und 5).

Die Renditen und der Wert der Carbon Betas sind in Abbildung 27 angegeben. Durch die Portfoliobildung ist der Manager in der Lage, das Carbon Risiko seines Portfolios zu reduzieren.

Abbildung 27: Renditen und Carbon Betas des abgesicherten Portfolios und seiner Bestandteile

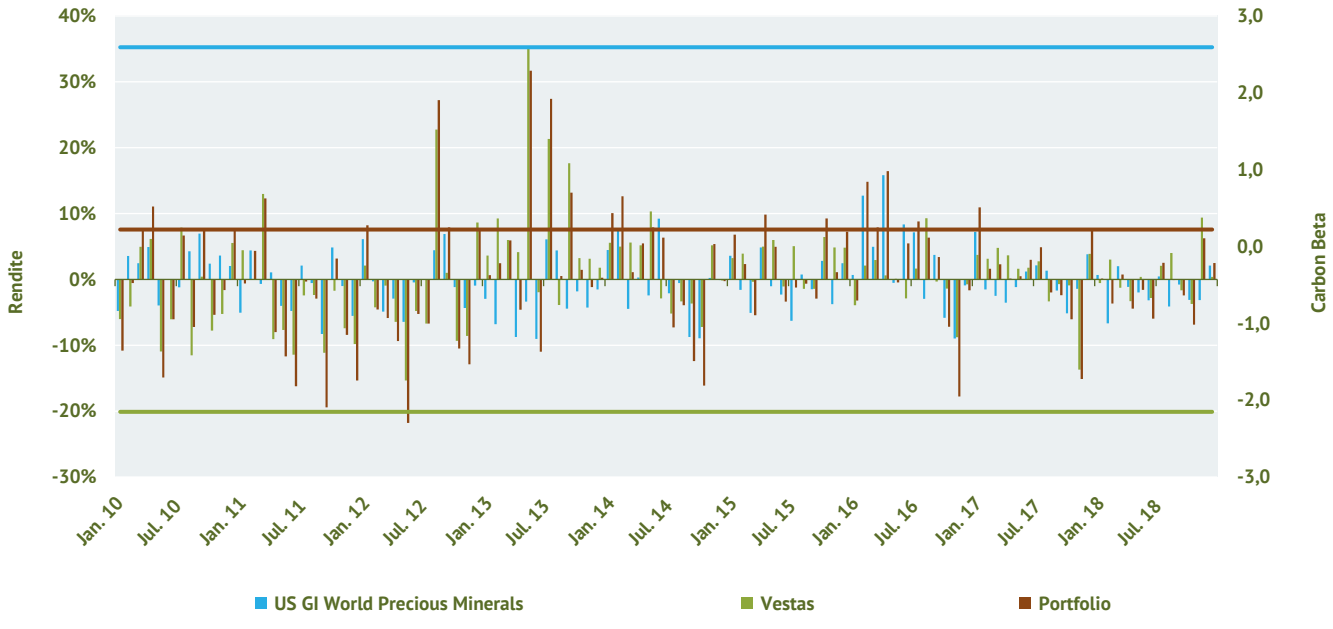
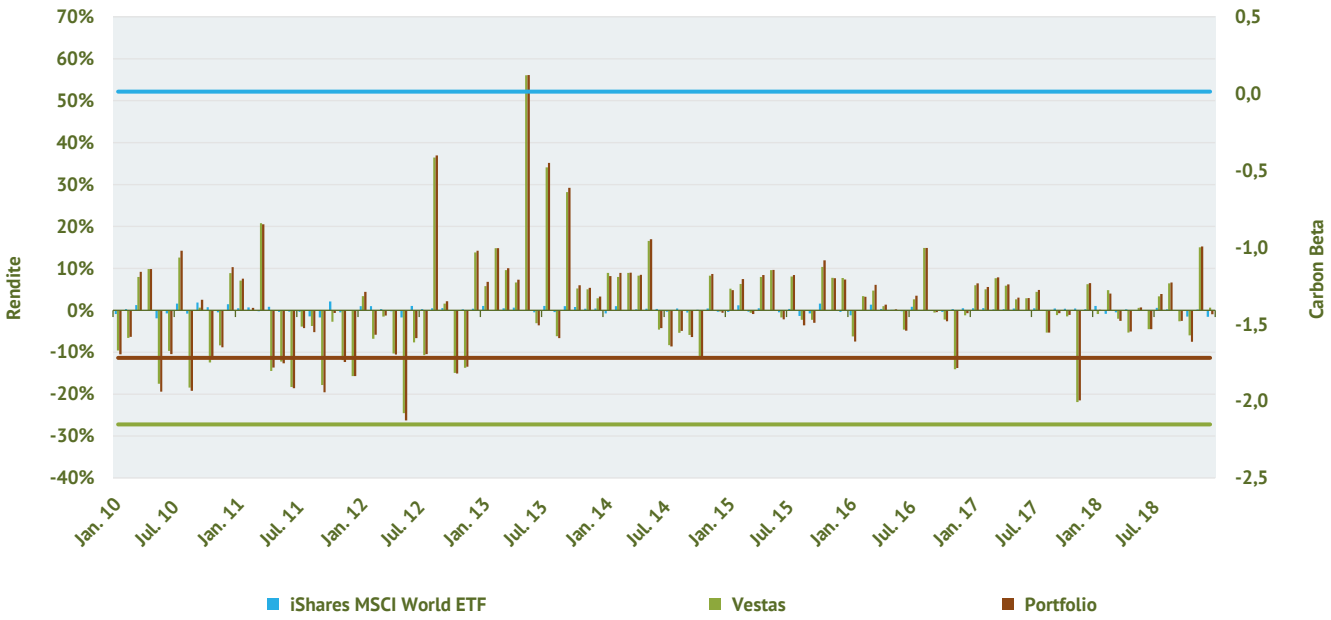


Abbildung 28: Renditen und Carbon Betas des „grünen“ Portfolios und seiner Bestandteile

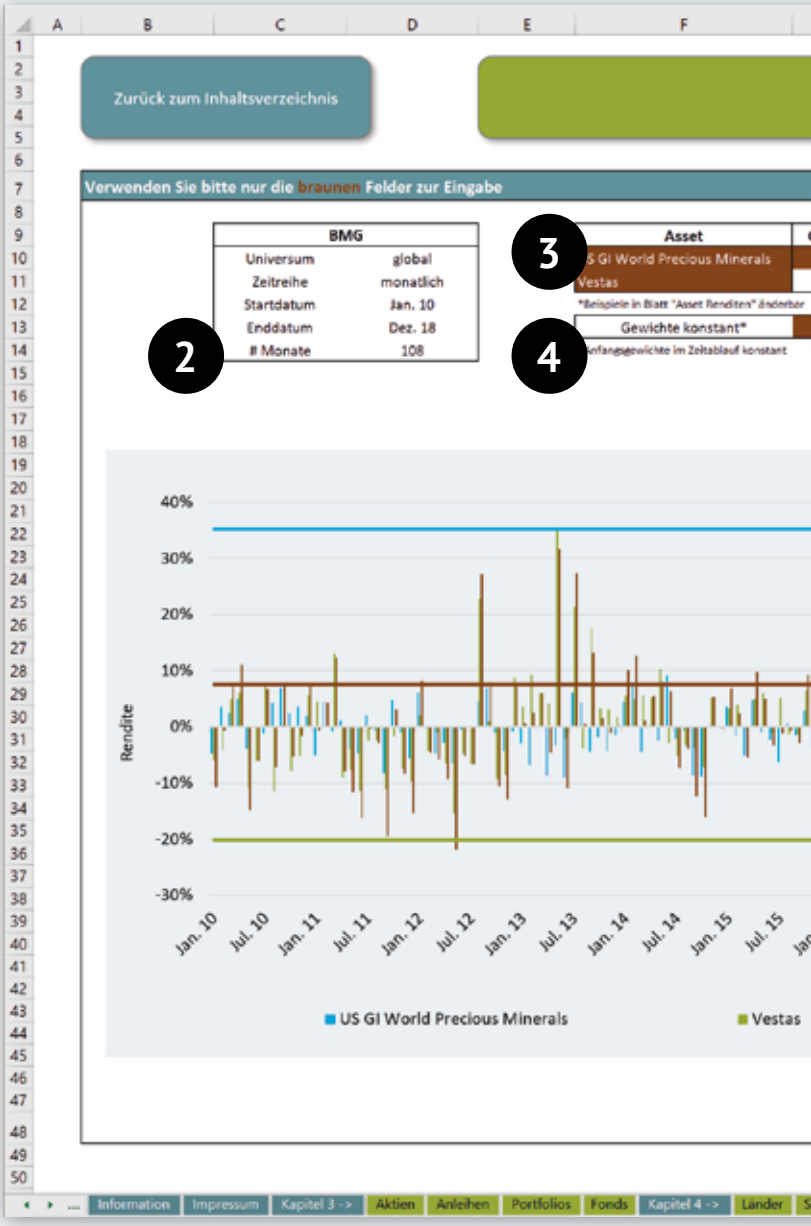


Nun wird davon ausgegangen, dass der Portfolio Manager davon überzeugt ist, dass sich der Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy durch politische Entscheidungen in absehbarer Zeit (vom Markt unerwartet) beschleunigen wird. Dafür entscheidet er sich, ein Portfolio zu bilden, das ein negatives Carbon Beta aufweist (Schritte 1 und 2). Anstatt in den US Global Investors Precious Minerals Fonds zu investieren, investiert er nun in den iShares MSCI World ETF. Die andere Hälfte des verfügbaren Anlagevolumens fließt weiterhin in die Aktie von Vestas. Das Portfolio, das zu 50 Prozent aus der Aktie und zu 50 Prozent aus dem ETF besteht, weist ein Carbon Beta von –1,07 auf. Erhöht der Portfolio Manager den Anteil der Vestas Aktie auf 80 Prozent, sodass nur noch 20 Prozent in den ETF investiert sind, so sinkt das Carbon Beta des neuen Portfolios weiter auf –1,72 (Schritt 3). Dieses Carbon Beta erscheint dem Portfolio Manager für seine Zwecke angemessen, sodass er diese Strategie umsetzt (Schritte 4 und 5).

Die entsprechende Abbildung der Renditen und Carbon Betas des „grünen“ Portfolios, der Aktie und des ETFs finden sich in Abbildung 28.

Das Beispiel macht deutlich, dass Portfolio Manager und Investoren über das Carbon Beta ihre Portfolios gegen Carbon Risiken absichern können. Darüber hinaus können so Carbon Betas in nahezu jeder Höhe realisiert werden, das heißt jede Anlagestrategie kann über die bewusste und zielgerichtete Zusammenstellung „grüner“ und „brauner“ Portfolios verfolgt werden.

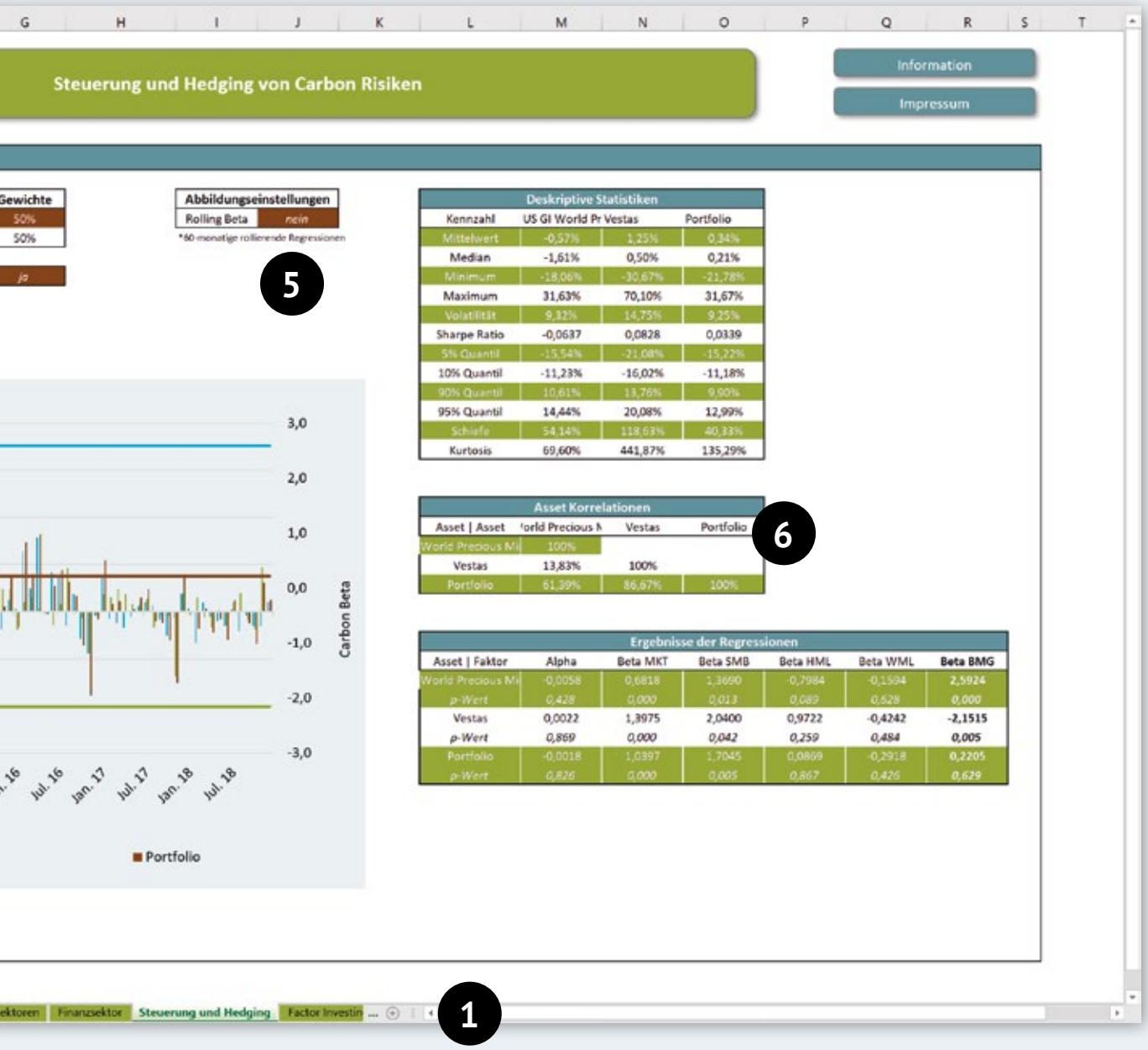
Für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes zur Steuerung und Hedging von Carbon Risiken gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Steuerung und Hedging“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.



1 Die Anwendung zur Steuerung und zum Hedging von Carbon Risiken findet sich im Tabellenblatt „Steuerung und Hedging“.

2 Dieser Block zeigt die Eckdaten des verwendeten Carbon Risiko Faktors *BMG*.

3 In diesem Block können bis zu zwei Assets ausgewählt werden, die in die Anlagestrategie einbezogen werden sollen. Im Tabellenblatt „Asset Renditen“ können weitere Assets hinzugefügt werden, um in diese Analyse aufgenommen zu werden. Darüber hinaus können die gewünschten Gewichte der Assets im Portfolio angepasst werden.



4 Bei diesem Feld kann ausgewählt werden, ob die Gewichte der Assets im Portfolio zeitkonstant („ja“) oder zeitvariabel („nein“) sind.

5 Hier kann ausgewählt werden, ob die Carbon Betas der Assets und des entstehenden Portfolios rollierend („ja“) oder konstant („nein“) geschätzt werden sollen.

6 Die drei Blöcke auf der rechten Seite geben die deskriptiven Statistiken der beiden gewählten Assets und des entstandenen Portfolios sowie deren Korrelationen und Regressionsergebnisse wider. Die Regressionsergebnisse sind dabei konstant über den betrachteten Zeitraum geschätzt.

4.5 Best-in-class Ansatz auf Basis des Carbon Betas*

In diesem Abschnitt geht es um eine weitere Anlagestrategie, die in der Praxis weit verbreitet ist – den Best-in-class Ansatz. Ausgehend von einem Anlageuniversum werden die besten Unternehmen in jedem Industriesektor anhand eines oder mehrerer vorher definierter Merkmale ausgewählt. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um Nachhaltigkeitsmerkmale. So können Portfolios generiert werden, die nur in die Unternehmen investieren, die führend in ihrem Sektor bezüglich dieser Nachhaltigkeitsmerkmale sind.

Anknüpfungspunkte in der Praxis

Best-in-class Ansätze findet man zum Beispiel bei der Zusammenstellung von Indizes, wie dem Dow Jones Sustainability Index. Diese Indizes dienen oft als Benchmark und damit als Grundlage für andere Finanzprodukte.

Portfolio Manager und Investoren können mit Best-in-class Ansätzen eigene Strategien aufsetzen und so das Carbon Risiko explizit berücksichtigen, ohne dabei auf Investitionen in bestimmte Sektoren zu verzichten. Darüber hinaus können so auf einfache Art und Weise Portfolios gebildet werden, die auch als Vergleichswerte (Benchmarks) für bestehende Anlageprodukte dienen.

Arbeitsschritte für den Best-in-class Ansatz basierend auf dem Carbon Beta:

1. Festlegung des Anlageuniversums
2. Festlegung der Anlagestrategie
3. Bestimmung der Carbon Betas auf Aktienebene
4. Bildung des Best-in-class und Worst-in-class Portfolios anhand eines definierten Grenzwertes
5. Aufsetzung der Anlagestrategie

Methodik: Best-in-class Ansatz basierend auf dem Carbon Beta

Portfolio Manager können einen Best-in-class Carbon Risiko-Ansatz wie folgt umsetzen: Für ein gegebenes Anlageuniversum wird zunächst das Carbon Beta auf Aktienebene über Regression bestimmt (vergleiche Kapitel 3). Anhand dieses Merkmals werden dann für jeden Sektor die Aktien mit dem niedrigsten Carbon Beta ausgewählt. Diese Gruppe der Aktien wird hier als „Best-in-class“ Portfolio bezeichnet. Die Aktien, die innerhalb ihres Sektors das höchste Carbon Beta aufweisen, werden in der Gruppe des „Worst-in-class“ Portfolios, also im „braunen“ Portfolio zusammengefasst.

Als Grenzwert für diese beiden Portfolios sind verschiedene Kennziffern denkbar. Der Dow Jones Sustainability World Index ist beispielsweise so konstruiert, dass die ausgewählten Unternehmen innerhalb der Top zehn Prozent der nachhaltigen Unternehmen bezüglich der verwendeten Nachhaltigkeitsmerkmale liegen (S&P Dow Jones Indices, 2019). Für diesen Grenzwert würde man hier alle Aktien nach ihrem Carbon Beta in eine Rangordnung bringen und diejenigen mit den zehn Prozent

Abbildung 29: Best-in-class Ansatz über elf Sektoren



	Anlageuniversum	Best-in-class Portfolio	Worst-in-class Portfolio
Carbon Beta	0,01	-0,50	0,52
Sharpe Ratio	0,41	0,44	0,39

niedrigsten Carbon Betas auswählen. Im nächsten Schritt kann die Gewichtung der Sektoren im Portfolio frei gewählt werden. Dabei können Portfolio Manager auch vorgeben, dass sie zum Beispiel bestimmte Sektoren in ihren Portfolios über- oder untergewichten möchten.

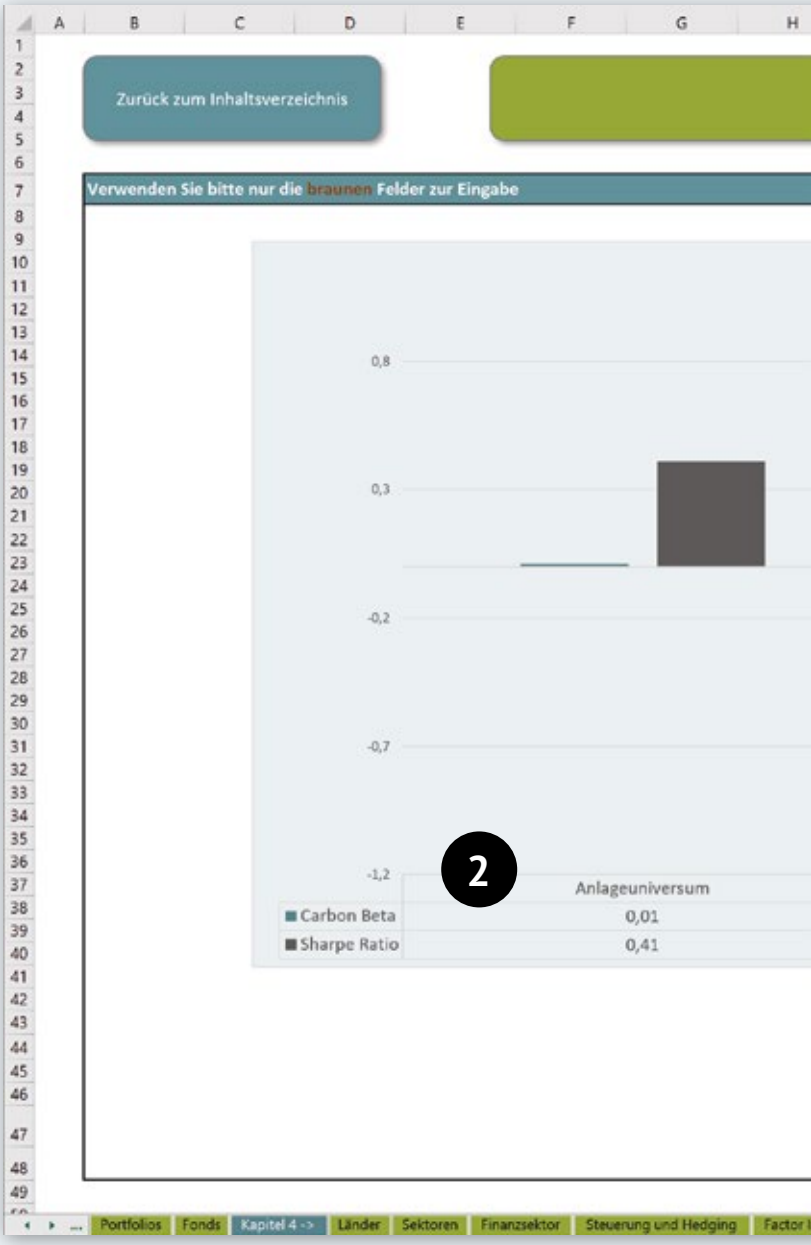
Beispielhafte Anwendung

Dem Portfolio Manager steht ein globales Anlageuniversum zur Verfügung (Schritt 1). Aus diesem bildet er ein Portfolio, das in alle Sektoren gleichgewichtet investiert ist. Diese Strategie soll beibehalten, nun den Kunden aber auch „grüne“ beziehungsweise „braune“ Portfolios angeboten werden (Schritt 2). Dazu bestimmt er mittels Regression die Carbon Betas der zugrundeliegenden Aktien (Schritt 3). Als Grenzwert wird der Median der Carbon Betas innerhalb eines Sektors definiert. Aktien, die unter dem Median des jeweiligen Sektors liegen, gehen in das Best-in-class oder „grüne“ Portfolio ein, Aktien, die ein Carbon Beta über dem Median aufweisen, sind Bestandteil des Worst-in-class oder „braunen“ Portfolios des jeweiligen Sektors (Schritt 4). Dies führt er für jeden Sektor durch und investiert jeweils zu gleichen Teilen in die Best-in-class beziehungsweise Worst-in-class Portfolios jedes Sektors (Schritt 5).

In Abbildung 29 zeigt sich das Ergebnis einer beispielhaften Anwendung dieses Ansatzes. Es werden die durchschnittlichen Werte pro Portfolio über elf Sektoren berichtet. Das Anlageuniversum beinhaltet alle verfügbaren Aktien, das Best-in-class Portfolio die Aktien des jeweiligen Sektors mit einem Carbon Beta unter dem Median des Carbon Betas des Sektors und das Worst-in-class Portfolio die Aktien des jeweiligen Sektors mit einem Carbon Beta über dem Median des Carbon Betas des Sektors.

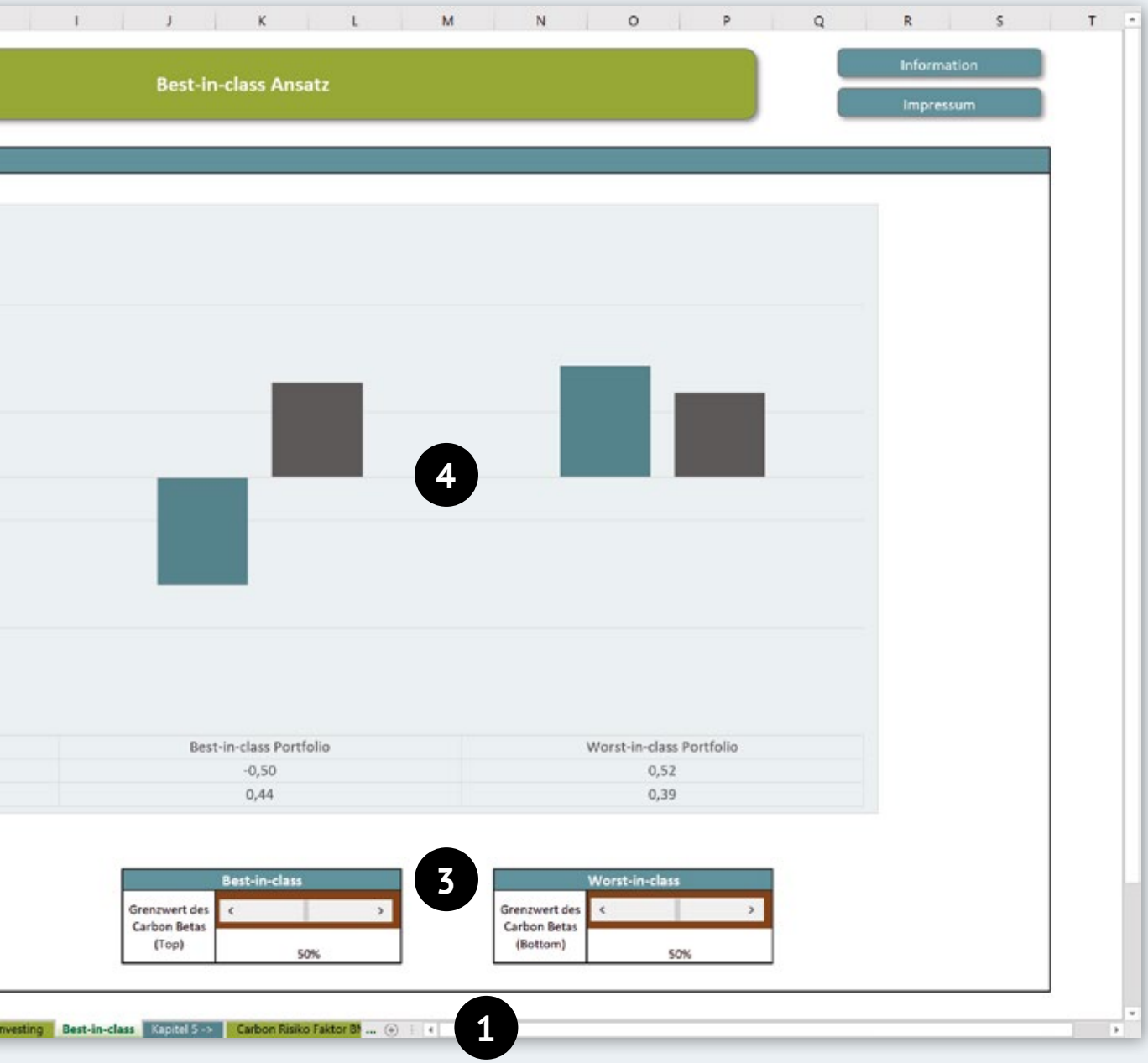
Der Unterschied zwischen den Carbon Betas des Best-in-class und Worst-in-class Portfolios beläuft sich auf −1,02. Die Sharpe Ratios (siehe Infobox 4) zeigen hingegen keine großen Unterschiede. Portfolio Manager und Investoren können in diesem Szenario durch den Best-in-class Ansatz zum einen die Sektor-Allokation ihres Portfolios mit einer entsprechenden Sharpe Ratio beibehalten und gleichzeitig das Carbon Risiko steuern.

Für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes in Best-in-class Ansätzen gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Best-in-class“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.



1 Die Anwendung zum Best-in-class Ansatz findet sich im Tabellenblatt „Best-in-class“.

2 In diesem Block wird das Anlageuniversum betrachtet. Dabei wird davon ausgegangen, dass in jeden Sektor gleichgewichtet investiert wird. Das Carbon Beta und die Sharpe Ratio dieses hypothetischen Portfolios finden sich in der Datentabelle.



3 Über den Schieberegler wird bestimmt, welche Top Prozent beziehungsweise Bottom Prozent der Aktien gemessen am Carbon Beta in das Best-in-class (links) beziehungsweise Worst-in-class (rechts) Portfolio eingehen.

4 Die beiden Blöcke auf der rechten Seite veranschaulichen das Carbon Beta und die Sharpe Ratio des Best-in-class und Worst-in-class Portfolios. Diese passen sich dynamisch je nach Einstellung der Schieberegler an.

4.6 Factor Investing unter Berücksichtigung von Carbon Risiken*

In diesem Abschnitt wird die populäre Anlagestrategie des „Factor Investings“ in Verbindung mit dem Management von Carbon Risiken betrachtet. Während in Abschnitt 4.4 das Carbon Beta die Zielfunktion in der Portfoliozusammensetzung darstellt, fließt es hier als Nebenbedingung in die Anlagestrategie ein.

Im Rahmen des Factor Investings werden die Aktien anhand bestimmter Faktoren ausgewählt, wie zum Beispiel Unternehmensgröße oder Buch-Marktwert-Verhältnis. Ziel ist es letztlich, ein Aktienportfolio zu generieren, das über alle Aktien hinweg bestimmte Charakteristika (Exposures) bezüglich dieser Faktoren aufweist. Unter bestimmten Bedingungen führt diese Vorgehensweise letztlich zu effizienteren Portfolios (Invesco, 2018).

Laut der globalen Factor Investing Studie 2018 von Invesco sind die Reduktion des Risikos und eine bessere Kontrolle über die Risikolage des Portfolios wesentliche Gründe für das Umsetzen von Factor Investing Strategien. Darüber hinaus kann über Faktor-Strategien leicht ein thematischer Fokus abgebildet werden, zum Beispiel mit Blick auf die ESG-Risiken im Portfolio (Invesco, 2018). Es ist davon auszugehen, dass die Integration der ESG-Thematik im Factor Investing in den nächsten Jahren weiter an Bedeutung gewinnen wird. Somit liegt es nahe, dass auch Carbon Risiken in neue Faktor-Strategien einfließen werden.

Arbeitsschritte für das Factor Investing unter Berücksichtigung von Carbon Risiken:

1. Bestimmung der Betas aller Faktoren für alle Aktien
2. Auswahl der Faktor-Strategie
3. Umsetzung der Faktor-Strategie anhand von Portfoliobildung
4. Einteilung der Portfolios in „braun“ und „grün“ anhand der Carbon Betas
5. Umsetzung der Anlagestrategie

Anknüpfungspunkte in der Praxis

Durch die Berücksichtigung des Carbon Betas können Portfolio Manager und Investoren das Carbon Risiko bei der Zusammenstellung ihrer Portfolios einbeziehen. Das Carbon Beta eignet sich zum Beispiel zur Konstruktion einer Multi-Faktor-Strategie, die darauf ausgerichtet ist, ein bestimmtes Carbon Risiko vorzugeben, ohne dabei von der ursprünglichen Anlagestrategie abzuweichen. Damit wird es Portfolio Managern möglich, Präferenzen von Anlegern bezüglich Carbon Risiken in konventionellen Strategien zu berücksichtigen.

Methodik: Factor Investing basierend auf dem Carbon Beta

Es wird folgendes Szenario betrachtet: Ein Portfolio Manager möchte ein bestimmtes Niveau an Carbon Risiko für sein Portfolio erreichen und gleichzeitig die Sensitivität (Betas) zu den Risikofaktoren *Markt*, *SMB* und

HML beibehalten. Mit anderen Worten setzt er eine konventionelle Multi-Faktor-Strategie um und sieht einen Mehrwert in der zusätzlichen Steuerung des Carbon Risikos seines Portfolios.

Zur Umsetzung dieser Strategie werden Aktien aufgrund ihrer Faktorladungen in Portfolios eingeteilt. Nach dieser Einteilung kann der Portfolio Manager diejenigen Portfolios wählen, die die gewünschten Sensitivitäten bezüglich der Faktoren *Markt, SMB* und *HML* aufweisen. Zur Berücksichtigung des Carbon Risikos teilt der Portfolio Manager anschließend die zugrundeliegenden Aktien der gewählten Portfolios jeweils nach ihren Carbon Betas ein. Um „braune“ und „grüne“ Portfolios zu bilden, kann der Grenzwert für das Carbon Beta frei gewählt werden. So wäre es denkbar, den Median der Carbon Betas oder auch die Top und Bottom zehn Prozent der Aktien gemessen an ihrem Carbon Beta als Grenzwert zu wählen. Analog kann der Portfolio Manager frei entscheiden, welche Ausprägung das Carbon Beta annehmen soll. Die Beachtung des Carbon Betas erfolgt in diesem Szenario nachgelagert. Denkbar ist grundsätzlich auch,



INFOBOX 7

Portfolioeinteilung im Factor Investing

Für die Portfolioeinteilung sind verschiedene Varianten möglich. Nachfolgend wird eine Quintils-Einteilung betrachtet. Dafür werden alle Aktien anhand ihres *Markt*-Betas in Quintile unterteilt. Anschließend wird jedes dieser fünf Quintil-Portfolios basierend auf den *SMB*-Betas der darin enthaltenen Aktien wiederum in fünf Portfolios eingeteilt. Daraus resultieren 25 Portfolios. Jedes dieser Portfolios wird nun entsprechend der *HML*-Betas der darin jeweils enthaltenen Aktien wiederum in fünf Portfolios geteilt. Insgesamt entstehen somit 5x5x5 Portfolios, die jeweils eine bestimmte Sensitivität, also Beta, bezüglich der Faktoren *Markt*, *SMB* und *HML* aufweisen.

Ein Portfolio Manager kann eines dieser Portfolios auswählen, um bezüglich der Risikofaktoren jeweils eine gewünschte Sensitivität nachzubilden. In diesem Beispiel werden die durchschnittlichen Werte über alle diese 125 Portfolios betrachtet.

dass die Nebenbedingung für das Carbon Beta simultan zu den anderen Faktoren einfließt. Dies wird hier aus vereinfachenden Gründen vernachlässigt.

Die Bildung der Faktor-Portfolios setzt voraus, dass ausgehend von einer Multi-Faktor-Regression alle Faktor-Sensitivitäten inklusive der Carbon Betas auf Aktienebene bestimmt wurden. Für die Umsetzung solcher Strategien können auch Optimierungsmodelle genutzt werden (wie das MSCI Barra Global Equity Modell; MSCI, 2017).

Beispielhafte Anwendung

Das Anlageuniversum des Portfolio Managers besteht aus globalen Aktien. Für jede dieser Aktien werden alle Faktor-Sensitivitäten bestimmt (Schritt 1). Es wird eine Multi-Faktor-Strategie gewählt: Die Sensitivitäten bezüglich der Faktoren *Markt, SMB* und *HML* sind dabei wesentlich, wobei es zwei Portfolios mit ähnlichen Sensitivitäten geben soll, die aber je nach Anlegerwunsch „braun“ oder „grün“ sein sollen (Schritt 2).

In einem dreistufigen Verfahren werden die Aktien in Abhängigkeit von ihren Sensitivitäten bezüglich der Faktoren *Markt, SMB* und *HML* in Portfolios eingeteilt (Schritt 3). Zur Portfoliobildung wird hier eine Quintils-Einteilung vorgenommen (siehe Infobox 7).

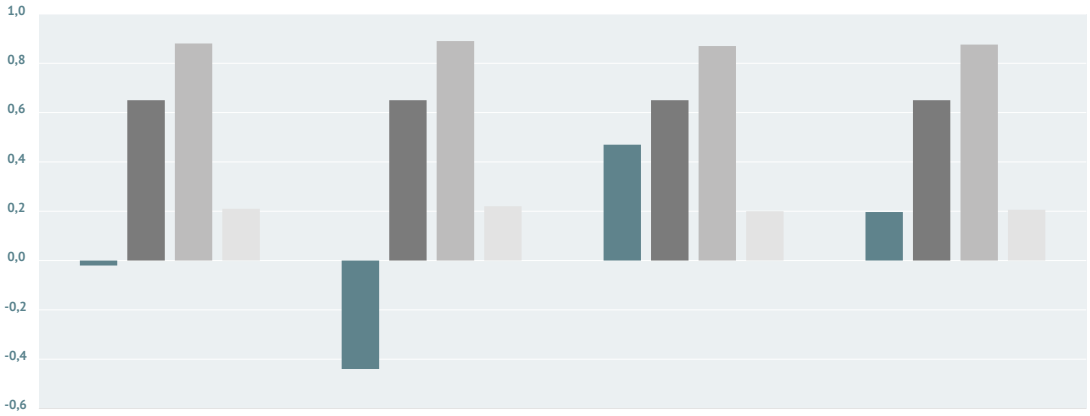
Anschließend wird jedes dieser Portfolios in ein „grünes“ und „braunes“ Carbon Beta Portfolio anhand des Medians der Carbon Betas der im Portfolio enthaltenen Aktien unterteilt (Schritt 4). In diese Portfolios kann nun nach der gewählten Multi-Faktor-Strategie investiert werden (Schritt 5).

Abbildung 30 zeigt vier potentielle Portfolios. Bildet der Portfolio Manager aus dem gesamten Anlageuniversum eine Multi-Faktor-Strategie, ohne dabei das Carbon Beta zu berücksichtigen, so erhält er ein gegenüber Carbon Risiken fast neutrales Portfolio mit einem Carbon Beta von –0,02.

Aus diesem Anlageuniversum werden nun die Portfolios ausgewählt, die wie oben beschrieben ein Carbon Beta unter dem Median („grünes" Portfolio) sowie über dem Median („braunes" Portfolio) aufweisen. Diese beiden Portfolios stellen die möglichen Extremfälle dar. Üblicherweise wird ein Portfolio Manager eine Bandbreite für das Carbon Risiko seines Portfolios festlegen. So könnte man sich vorstellen, dass er ein leicht positives Carbon Beta zwischen 0,15 und 0,25 bevorzugt. Dies kann er durch entsprechende Zusammenstellung seines Portfolios leicht generieren, beispielsweise indem er das „braune" und „grüne" Portfolio mit unterschiedlichen Gewichtungen zusammenführt. Dies zeigt das Anlegerportfolio mit einem Carbon Beta von beispielsweise 0,20.

Der Portfolio Manager kann somit jede beliebige Ausprägung des Carbon Betas realisieren. Auffällig ist, dass sich in allen vier Portfolios die Betas der Faktoren *Markt, SMB* und *HML* nur marginal unterscheiden, das Carbon Beta aber auf jede beliebige Höhe gesteuert werden kann.

Abbildung 30: Das Carbon Beta im Factor Investing



	Anlageuniversum	„Grünes" Portfolio	„Braunes" Portfolio	Anlegerportfolio
Carbon Beta	-0,02	-0,44	0,47	0,20
Beta MKT	0,65	0,65	0,65	0,65
Beta SMB	0,88	0,89	0,87	0,88
Beta HML	0,21	0,22	0,20	0,21

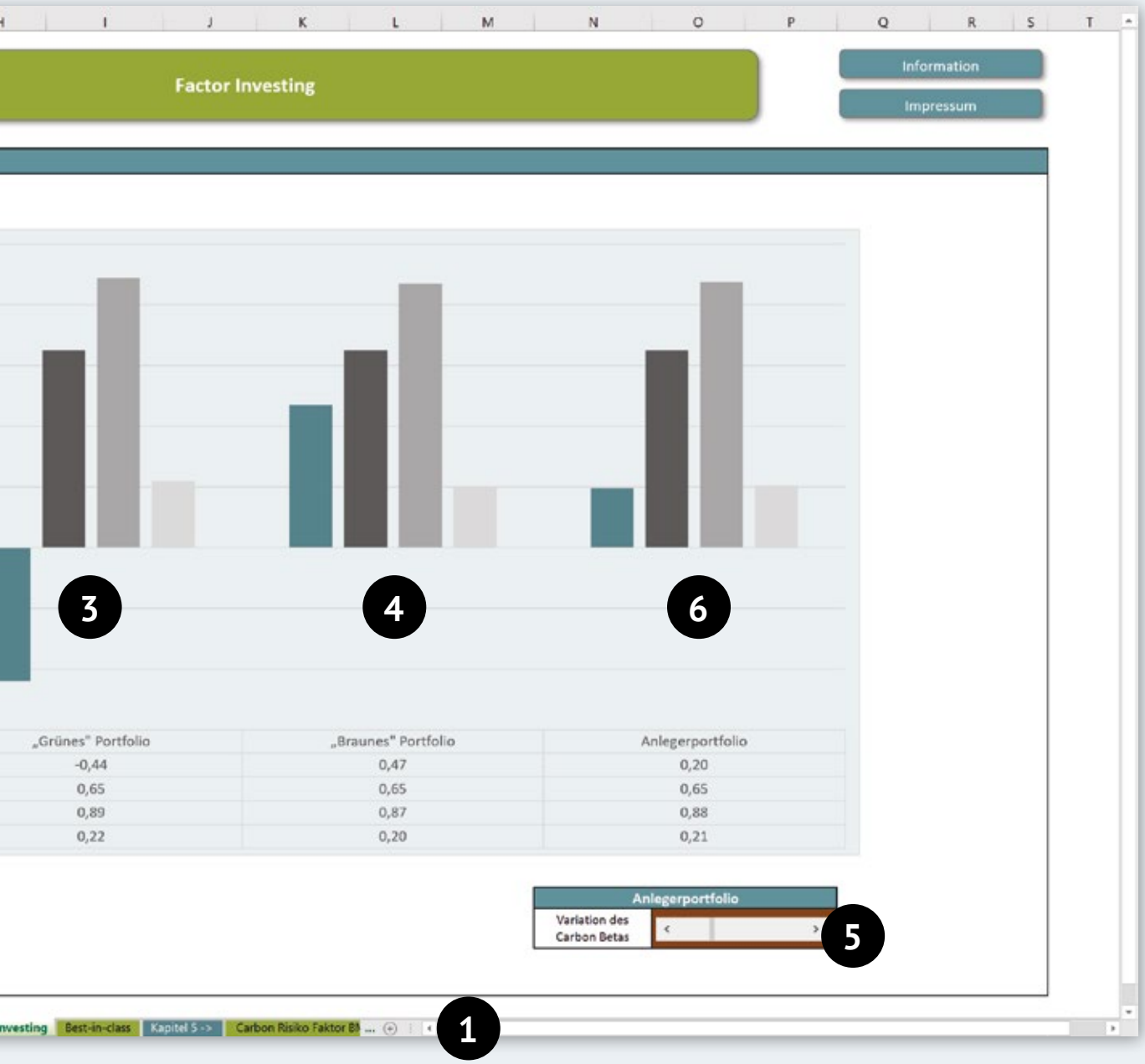
Für die Anwendung des CARIMA-Konzeptes im Factor Investing gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Anwendung. Dieses Arbeitsblatt „Factor Investing“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.



1 Die Anwendung zum Factor Investing findet sich im Tabellenblatt „Factor Investing“.

2 Es wird ein aggregiertes Portfolio aus allen 5x5x5 Portfolios des Anlageuniversums gebildet. Für dieses Portfolio werden das Carbon Beta, das *Markt*-Beta („Beta MKT“), *SMB*-Beta („Beta SMB“) und *HML*-Beta („Beta HML“) berichtet.

3 Dieser Block zeigt das „grüne Portfolio“. Hierfür wird jede Aktie der 5x5x5 Portfolios in ein „grünes“ Portfolio eingeteilt, falls sich deren Carbon Beta unter dem Median des Carbon Betas des entsprechenden Portfolios befindet. Zur Darstellung werden alle „grünen“ Portfolios gleichgewichtet aggregiert. Der Block zeigt die durchschnittlichen Werte der Carbon Betas, *Markt*-Betas („Beta MKT“), *SMB*-Betas („Beta SMB“) und *HML*-Betas („Beta HML“) der 5x5x5 „grünen“ Portfolios.



4 Dieser Block zeigt das „braune Portfolio". Hierfür wird jede Aktie der 5x5x5 Portfolios in ein „braunes" Portfolio eingeteilt, falls sich deren Carbon Beta über dem Median des Carbon Betas des entsprechenden Portfolios befindet. Zur Darstellung werden alle „braunen" Portfolios gleichgewichtet aggregiert. Der Block zeigt die durchschnittlichen Werte der Carbon Betas, *Markt*-Betas („Beta MKT"), *SMB*-Betas („Beta SMB") und *HML*-Betas („Beta HML") der 5x5x5 „braunen" Portfolios.

5 Anhand des Schiebereglers kann das Carbon Beta des Anlegerportfolios verändert werden. Beispielhaft werden hier verschiedene Szenarien gezeigt.

6 In diesem Block befindet sich das durch den Schieberegler entstehende Anlegerportfolio. Für dieses Portfolio werden das Carbon Beta, *Markt*-Beta („Beta MKT"), *SMB*-Beta („Beta SMB") und *HML*-Beta („Beta HML") berichtet. Die Grafik ändert sich automatisch durch Anpassung des Schiebereglers.

4.7 Fundamentalanalyse des Carbon Risikos eines Unternehmens

Basierend auf den Einschätzungen von Aktienanalysten werden regelmäßig Anlageentscheidungen sowohl von privaten als auch von institutionellen Investoren getroffen. Dabei müssen die Analysten auch alle Risiken der Unternehmen adäquat berücksichtigen. Nicht-finanzielle Kennzahlen, wie zum Beispiel die „Nachhaltigkeit" eines Unternehmens, sind im Hinblick auf ihre Risikowirkung aber schwer abzuschätzen. Da deren Bedeutung jedoch stetig steigt, wird es für Analysten immer wichtiger, auch diese Risiken im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit von Unternehmen – und hier als wichtigen Spezialfall Carbon Risiken – in die Analyse von Unternehmen aufzunehmen.

Anknüpfungspunkte in der Praxis

In diesem Zusammenhang können die Determinanten des Carbon Betas interessante Ansatzpunkte für die Analyse von Unternehmen darstellen. Über die Ausprägungen dieser Determinanten können Analysten ihre Untersuchungen schärfen, indem sie aus fundamentalen Unternehmensdaten Rückschlüsse auf Carbon Risiken ziehen können. Darüber hinaus können sie so Empfehlungen für Unternehmen im Rahmen von „Engagement-Strategien" ableiten. Mit Engagement-Strategien im Bereich „Klima" wird das Ziel verfolgt, Unternehmen zu mehr klimaschonendem Handeln zu bewegen, beispielsweise im Rahmen der Stimmrechte-Ausübung.

Determinanten des Carbon Betas

Es ist zu erwarten, dass sich über die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) und Sachanlagevermögen das Carbon Risiko eines Unternehmens zu einem gewissen Teil fundamental erklären lässt. Die Höhe der Ausgaben für F&E ist ein Indiz für Innovationen und Investitionen in (auch) saubere Technologien. Je höher diese Ausgaben sind, desto weniger anfällig sollte ein Unternehmen bei unerwarteten Änderungen im Transitionsprozess sein.

Das Sachanlagevermögen spiegelt teilweise den Bestand an Altvermögen und Stranded Assets wider. Darüber hinaus können bestehende Sachanlagen bei einem unerwarteten Transitionsprozess oft nur unter hohem monetären Aufwand modernisiert oder ausgetauscht werden, was zu einer überdurchschnittlichen Belastung für das Unternehmen in diesen Situationen führen kann. Ein hohes Sachanlagevermögen spricht daher dafür, dass das Unternehmen „braun" ausgerichtet ist, das heißt bei unerwarteten Änderungen im Transitionsprozess hin zu einer Green Economy wird der Unternehmenswert solcher Unternehmen im Vergleich zu durchschnittlich betroffenen Unternehmen eher sinken.

Ausgehend von dieser Interpretation sollten diese beiden fundamentalen Unternehmenscharakteristiken das Carbon Beta signifikant beeinflussen und damit für Analysten im Fokus stehen. Selbstverständlich existieren verschiedenste weitere Möglichkeiten, solche Zusammenhänge in ökonomischer Hinsicht zu vermuten und nachfolgend zu analysieren. Diese Ausführungen dienen daher lediglich als Beispiele für derartige Anwendungen.

Methodik: Bestimmung der fundamentalen Einflussgrößen des Carbon Betas

Analysten können den Zusammenhang zwischen dem Carbon Beta eines Unternehmens und den fundamentalen Unternehmensdaten empirisch überprüfen. Dazu schätzen

$$\beta_{i,t}^{bmg} = \alpha_i + \beta_{1,i} F\&E_{i,t} + \beta_{2,i} Sa_Inv_{i,t} + \beta_{3,i} VG_{i,t} + \beta_{4,i} BM_{i,t} + \beta_{5,i} LIQ_{i,t} + \beta_{6,i} GKR_{i,t} + \beta_{7,i} Umsatz_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (15)$$

sie zunächst jährliche Carbon Betas für jedes Unternehmen und erfassen die fundamentalen Unternehmenskennzahlen.

Anschließend kann der Zusammenhang zwischen dem Carbon Beta eines Unternehmens und seinen fundamentalen Kennzahlen über eine Regressionsanalyse bestimmt werden. Im folgenden Beispiel werden die Carbon Betas der Unternehmen ($\beta_{i,t}^{bmg}$) durch die unternehmensspezifischen F&E-Ausgaben ($F\&E_{i,t}$) und Werte des Sachanlagevermögens ($Sa_Inv_{i,t}$) erklärt. Um für Effekte durch weitere Fundamentaldaten zu kontrollieren, werden der Verschuldungsgrad ($VG_{i,t}$), das Buch-Marktwert-Verhältnis ($BM_{i,t}$), liquide Mittel ($LIQ_{i,t}$), die Gesamtkapitalrendite ($GKR_{i,t}$) und der Umsatz ($Umsatz_{i,t}$) als Kontrollvariablen mit aufgenommen. Daraus ergibt sich Regressionsgleichung (15).

Arbeitsschritte zur Fundamentalanalyse basierend auf dem Carbon Beta:

1. Auswahl der zu analysierenden Unternehmen
2. Zusammenstellung aller relevanten fundamentalen Daten
3. Bestimmung des Carbon Betas der zu analysierenden Unternehmen
4. Feststellung des Zusammenhangs zwischen Carbon Beta und fundamentalen Kennzahlen über Regression
5. Interpretation der Ergebnisse

Die Regressionskoeffizienten der fundamentalen Merkmale der Unternehmen $\beta_{1,i}$, $\beta_{2,i}$, ..., $\beta_{7,i}$ messen den durchschnittlichen Einfluss der jeweiligen Merkmale auf die Carbon Betas der Unternehmen. Wenn sich beispielsweise die Ausgaben für F&E um eine Einheit erhöhen, verändert sich das Carbon Beta durchschnittlich um β_1.

Dieser Rückschluss erlaubt es Analysten, das Carbon Risiko eines Unternehmens auf fundamentale Größen zurückzuführen. Entsprechend können Carbon Risiken in bestehende Strategien zur Unternehmensbewertung besser integriert werden

Für die beispielhafte Anwendung wird eine Vielzahl an globalen Unternehmen ausgewählt (Schritt 1). Für die ausgewählten Unternehmen wird ein Datensatz bestehend aus den oben genannten fundamentalen Daten zusammengestellt (Schritt 2). Da diese meist auf jährlicher Basis vorliegen, wird ein jährliches Carbon Beta pro Unternehmen aus täglichen

Renditedaten geschätzt (Schritt 3). Anschließend werden verschiedene Arten von Regressionen durchgeführt (Schritt 4).

Da es sich hier um einen Datensatz mit mehreren Unternehmen über verschiedene Zeitpunkte handelt, liegt ein sogenannter „Paneldatensatz“ vor. Für die im Weiteren durchgeführten Panelregressionen werden „fixed-Effects“ bezüglich des Landes, der Industrie und der Zeit aufgenommen (siehe Infobox 8). Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse einer Reihe von Regressionen mit verschiedenen Spezifikationen hinsichtlich der Einbeziehung dieser fixed-Effects.

Über alle Spezifikationen hinweg besteht wie vermutet ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen den F&E-Ausgaben und den Carbon Betas der Unternehmen. Dies bedeutet, dass Unternehmen mit höheren Investitionen in Innovationen und saubere Technologien tendenziell ein niedrigeres Carbon Beta aufweisen, das heißt „grüner“ sind. Demgegenüber besteht zwischen den Werten für das Sachanlagevermögen und den Carbon Betas ein signifikant positiver Zusammenhang. Unternehmen mit einem höheren Sachanlagevermögen besitzen im Durchschnitt also ein höheres Carbon Beta, sind also „brauner“. Zusammenfassend senken Investitionen in saubere Technologien das Carbon Beta und hohe Strandet Assets erhöhen das Carbon Beta eines Unternehmens (Schritt 5).

	(1)	(2)	(3)	(4)
F&E	−0,02***	−0,02***	−0,02***	−0,02***
Sachanlagevermögen	0,04***	0,01**	0,04***	0,04***
Verschuldungsgrad	0,02***	−0,01***	0,02***	0,02***
Buch-Marktwert-Verhältnis	−0,16***	−0,00	−0,16***	−0,15***
Liquide Mittel	−0,04***	−0,01***	−0,04***	−0,04***
Gesamtkapitalrendite	−0,00	−0,01***	−0,00	−0,00
Umsatz	−0,02***	0,00	−0,02***	−0,02***
Länder fixed-Effects	nein	ja	nein	nein
Industrie fixed-Effects	nein	nein	ja	nein
Zeit fixed-Effects	nein	nein	nein	ja
Beobachtungsanzahl	30.664	30.663	30.664	30.664

Tabelle 15: Panelregression

INFOBOX 8

Panelregression und fixed-Effects

Panelregression ist eine Methode zur statistischen Analyse von Paneldaten. Paneldaten vereinen die Querschnitts- und die Zeitdimension und erlauben somit die Analyse von nicht beobachtbarer Heterogenität in den Daten.

Ein Beispiel für Paneldaten sind fundamentale Daten von mehreren Unternehmen über die Zeit. Fundamentaldaten aus den Jahresberichten von Unternehmen liegen über mehrere Jahre hinweg für eine Vielzahl von Unternehmen vor. Damit ergibt sich ein Paneldatensatz mit einer Querschnitts- (Unternehmen) und einer Zeitdimension (Jahre).

Unternehmen weisen oft individuelle Effekte auf, die nicht durch fundamentale Daten erklärt werden können, wie zum Beispiel die Länder- oder Industriezugehörigkeit. So kann es sein, dass ein Unternehmen von dieser Zugehörigkeit essentiell beeinflusst wird, dies aber nicht durch die fundamentalen Merkmale widergespiegelt wird. Beispielsweise unterliegt das Unternehmen den rechtlichen Gegebenheiten des Landes, in dem es tätig ist. Dies kann Einflüsse auf bestimmte Prozesse und somit auf den Unternehmenswert haben. Diese Einflüsse wirken dabei nicht auf Unternehmen, die in einem anderen Land operieren. Da diese Eigenschaft über die Jahre konstant bleibt, kann sie durch eine einfache Regressionsanalyse nicht adäquat erfasst werden.

Eine Panelregression erlaubt die Modellierung dieser Heterogenität über fixed-Effects. Hierzu werden in der Regression Dummy-Variablen eingeführt, die für jedes nicht beobachtbare Merkmal geschätzt werden und somit individuell je Unternehmen variieren können, da jedes Unternehmen eine individuelle Schätzung für diese Variablen erhält. Die Merkmale können dabei durch unterschiedliche Kategorisierungen definiert werden. Üblicherweise wird die Heterogenität über Industriegruppen, Ländergruppen oder über die Zeit mithilfe von fixed-Effects in der Panelregression erfasst. So kann für Veränderungen innerhalb von Ländern, Industrien und Schwankungen über die Zeit kontrolliert werden.

4.8 Case Study: Ein „braunes“ Portfolio im Stresstest

Stresstests sind ein Teilbereich der Szenarioanalyse und umfassen in der Regel (extreme) „Worst-Case-Szenarien“. Obwohl die Begriffe Stresstest und Worst-Case-Szenario häufig verwendet werden, gibt es hierfür keine allgemeingültigen Definitionen. Das Ergebnis von Stresstests ist aber stets die Einschätzung eines Verlusts bei Eintreten eines bestimmten Szenarios.

Im Portfolio Management werden Stresstests zum Beispiel zur Bestimmung von Portfoliorisiken herangezogen. So kann beispielsweise getestet werden, wie sich Portfolios bei veränderten Marktbedingungen oder bestimmten Ereignissen verhalten. Auf dieser Grundlage können Absicherungsstrategien festgelegt werden, um bei tatsächlichem Eintreten dieser Szenarien Verluste zu minimieren oder gar zu vermeiden.

Die Auswirkungen des Carbon Risikos auf die zukünftige Wertentwicklung eines Portfolios können mittels Stresstests analysiert werden.

Im Weiteren wird beispielhaft gezeigt, wie Aktienportfolios hinsichtlich des Carbon Risikos einem Stresstest unterzogen werden können. Zugleich soll gezeigt werden, auf welche Weise die Auswirkungen des Carbon Risikos, aber auch der Carbon Chancen, auf den Wert eines Aktienportfolios grundsätzlich veranschaulicht werden können.

Ausgangspunkt der Modellierung der Carbon Risiken ist die Stochastik des Carbon Risiko Faktors *BMG*. Diese ergibt sich aus den historischen Ausprägungen dieses Faktors. Darauf aufbauend können die Auswirkungen auf die möglichen Werte eines Aktienportfolios über zwei grundsätzliche Herangehensweisen – mittels analytischer Bestimmung und Simulation – quantifiziert werden.

Analytische Bestimmung der möglichen Wertentwicklungen eines Portfolios

Für die Abschätzung der Stochastik des Carbon Risiko Faktors *BMG* kann die Standardabweichung der historischen Ausprägungen des Carbon Risiko Faktors *BMG* herangezogen werden (vergleiche Abschnitt 5.4). In Verbindung mit der Annahme über die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Carbon Risiko Faktors *BMG* können nun die Verteilungen der möglichen Werte eines Portfolios analytisch bestimmt werden.

Als Worst-Case-Szenario könnte dann zum Beispiel ein Wertverlust definiert werden, der in nur einem Prozent aller Fälle noch übertroffen wird. Die konkrete Ausprägung dieses Wertverlustes kann in Form des 1%-Quantils der Verteilung der möglichen Werte des Portfolios analytisch bestimmt werden.

Der Vorteil der analytischen Bestimmung von Worst-Case-Szenarien ergibt sich primär daraus, dass diese schnell berechnet und auch die Inputfaktoren der Berechnung leicht variiert werden können. Dieser Vorteil wird allerdings insbesondere damit erkauft, dass bestimmte Annahmen bezüglich der Form und der Eigenschaft der Verteilung des Carbon Risiko Faktors *BMG* unterstellt werden müssen.

In diesem Zusammenhang wird typischerweise von der Annahme der Normalverteilung des Faktors ausgegangen. Wenn die historischen Ausprägungen des Faktors die Annahme einer Normalverteilung (auch näherungsweise) aber nicht zulassen, ist eine analytische Bestimmung von Worst-Case-Szenarien praktisch nicht möglich. In diesem Fall ist auf andere Formen der Bestimmung dieser Worst-Case-Szenarien zurückzugreifen. Im Weiteren wird gezeigt, wie hierfür die Methode

der „historischen Simulation“ angewendet werden kann.

Simulation der Wertentwicklung eines „braunen“ Portfolios

Um die möglichen Auswirkungen der Carbon Risiken abzubilden, wird im Weiteren die Verteilung der zukünftigen Werte eines „braunen“ Portfolios auf der Basis der historischen Renditen simuliert, daher auch die Bezeichnung „historische Simulation“. Für dieses Portfolio wird angenommen, dass es ein positives Carbon Beta aufweist und gegenüber den anderen Risikofaktoren neutral ist. Dies könnte beispielsweise im Rahmen einer Multi-Faktor-Strategie im Factor Investing vorgegeben worden sein (siehe Abschnitt 4.6). Auch von unsystematischen Risiken wird im Weiteren abstrahiert. Das ist zumindest näherungsweise zulässig, wenn es sich um ein gut diversifiziertes Portfolio handelt, wovon hier ebenso ausgegangen wird.

Grundsätzlich lassen sich mit der Methode der historischen Simulation auch die Risiken aus den anderen Faktoren sowie das unsystematische Risiko der Finanztitel einbeziehen. Im Weiteren wird darauf jedoch verzichtet, um die Auswirkungen des Carbon Risikos isoliert betrachten zu können.

Als Ausgangssituation wird ein Portfolio mit einem Wert von 100 Prozent betrachtet. Die möglichen künftigen Werte dieses „braunen“ Portfolios werden mit der Methode der historischen Simulation für drei Fälle beispielhaft ermittelt:

Fall 1: Es wird unterstellt, dass das Aktienportfolio ein Carbon Beta von 1 aufweist. Die Renditen des Portfolios entsprechen damit unter den oben genannten Annahmen den Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG*.

Fall 2: Es wird die Annahme getroffen, dass sich die Unsicherheiten bezüglich des Transitionsprozesses deutlich erhöhen. Das wird über eine Verdopplung der Volatilität des Carbon Risiko Faktors *BMG* abgebildet. Im Zuge der historischen Simulation wird das umgesetzt, indem alle Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* mit dem Faktor 2 multipliziert werden.

Fall 3: Es wird untersucht, wie sich die Werte des Portfolios entwickeln, wenn sich der Carbon Risiko Faktor *BMG* um 20 Prozent erhöht. Auch diese Umsetzung ist hier einfach, denn es müssen nun nur die Renditen des Faktors mit 1,2 multipliziert werden. Dies entspricht somit einer Erhöhung des Carbon Betas des Portfolios auf 1,2.

Ausgangspunkt der folgenden Untersuchungen sind die monatlichen Ausprägungen des Carbon Risiko Faktors *BMG* für den Zeitraum von 2010 bis 2018. Alle Ausprägungen werden um ihren historischen Mittelwert korrigiert, sodass sich ein Erwartungswert der künftigen Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* von Null ergibt. Selbstverständlich könnten hier auch andere Erwartungswerte vorgegeben werden, wenn diese in ökonomischer Hinsicht plausibel sind. Eine einfache Übertragung der durchschnittlichen Rendite der Vergangenheit auf den Erwartungswert der Renditen in der Zukunft ist aber unplausibel, wenn davon ausgegangen werden kann, dass die Renditen in der Vergangenheit gegenüber den Erwartungen überdurchschnittlich hoch oder niedrig waren.

Für alle Szenarien werden 10.000 Simulationen der um den Erwartungswert korrigierten Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* für

jeweils neun Jahre (108 Monate) durchgeführt und auf dieser Basis die Ausprägungen der Werte des Portfolios berechnet. Diese Simulationen der künftigen Renditen erfolgen über das zufällige Ziehen mit Zurücklegen aus den historischen 108 Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG*.

Die Methode der historischen Simulation ist einfach und bedarf insbesondere keiner Annahme einer spezifischen Form der Verteilung der Renditen. Selbstverständlich muss allerdings die Annahme getroffen werden, dass die Streuung der Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* auf die Zukunft (zumindest näherungsweise) übertragbar ist. Im Weiteren wird aber auch gezeigt, dass das Ausmaß der Streuung (im Prinzip die Volatilität der Renditen) auch bei der historischen Simulation leicht variiert werden kann.

Abbildung 31: Entwicklung der Werte eines Portfolios mit einem Carbon Beta von 1

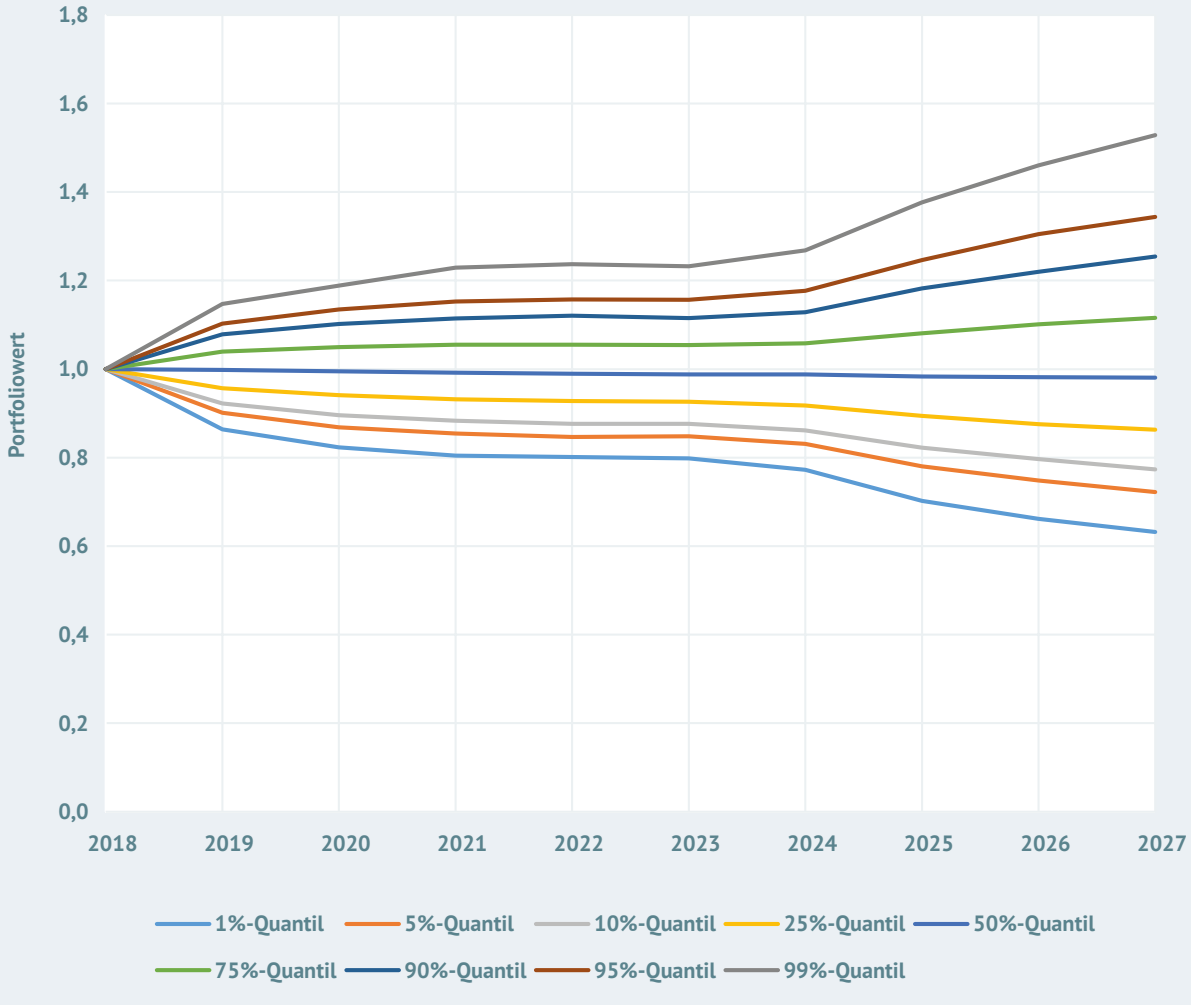
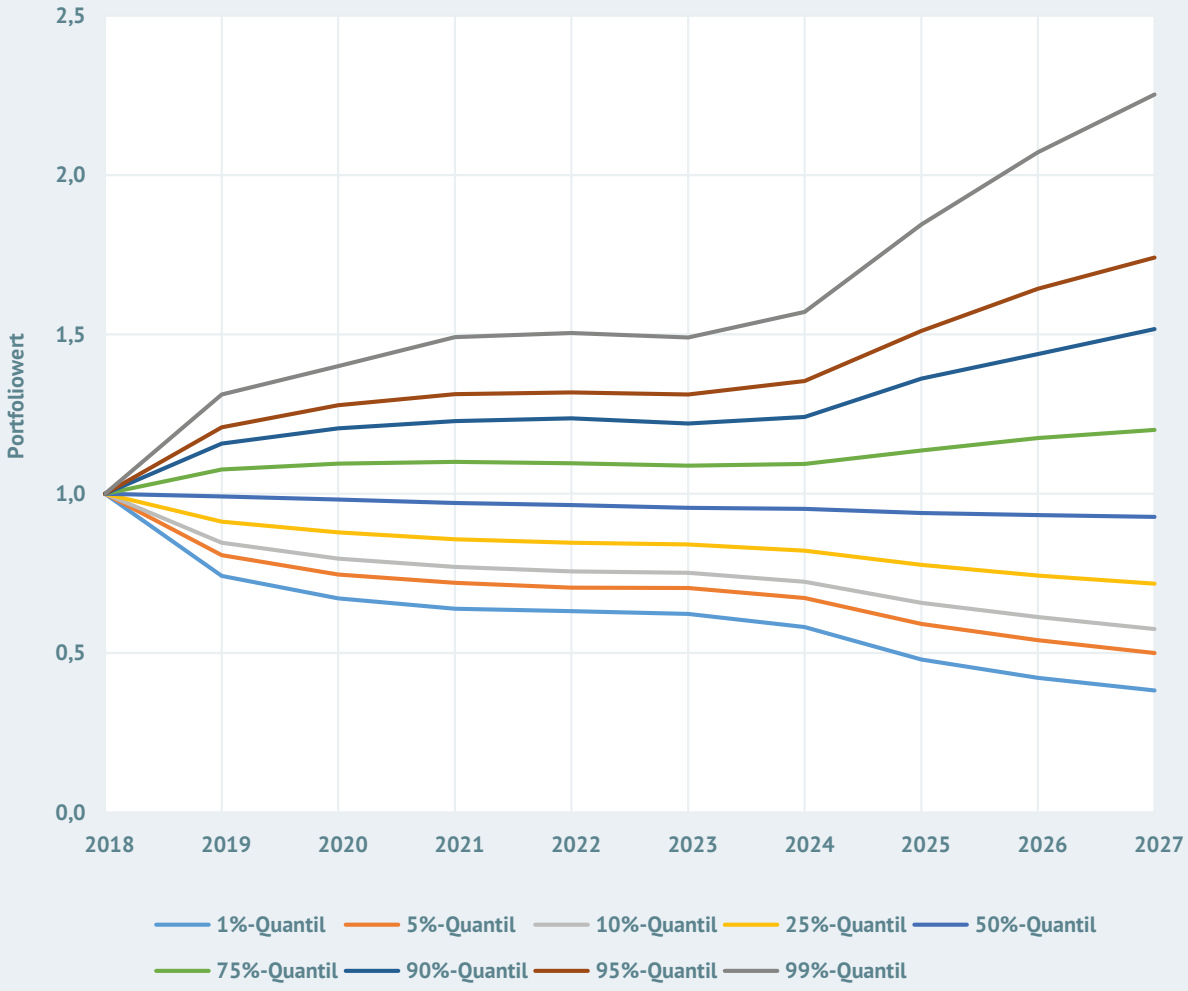


Abbildung 32: Entwicklung der Werte eines Portfolios mit einem Carbon Beta von 1 bei einer verdoppelten Volatilität des Carbon Risiko Faktors *BMG*



Fall 1: Carbon Beta des Portfolios = 1

Die möglichen Wertentwicklungen eines Portfolios mit einem Carbon Beta in Höhe von 1 über einen Zeitraum von neun Jahren werden in Abbildung 31 über verschiedene Quantile veranschaulicht. Das 1%-Quantil sagt beispielsweise aus, dass in einem Prozent aller Fälle zu erwarten ist, dass der Wert des Portfolios nach neun Jahren unter 63 Prozent liegt. Dieses Szenario könnte beispielsweise als Worst-Case-Szenario definiert werden. Dabei handelt es sich offensichtlich nicht um das „tatsächlich schlechteste" Szenario, denn dies wäre der Rückgang des Wertes des Finanztitels auf Null.

Fall 2: Doppelte Volatilität des Carbon Risiko Faktors *BMG*

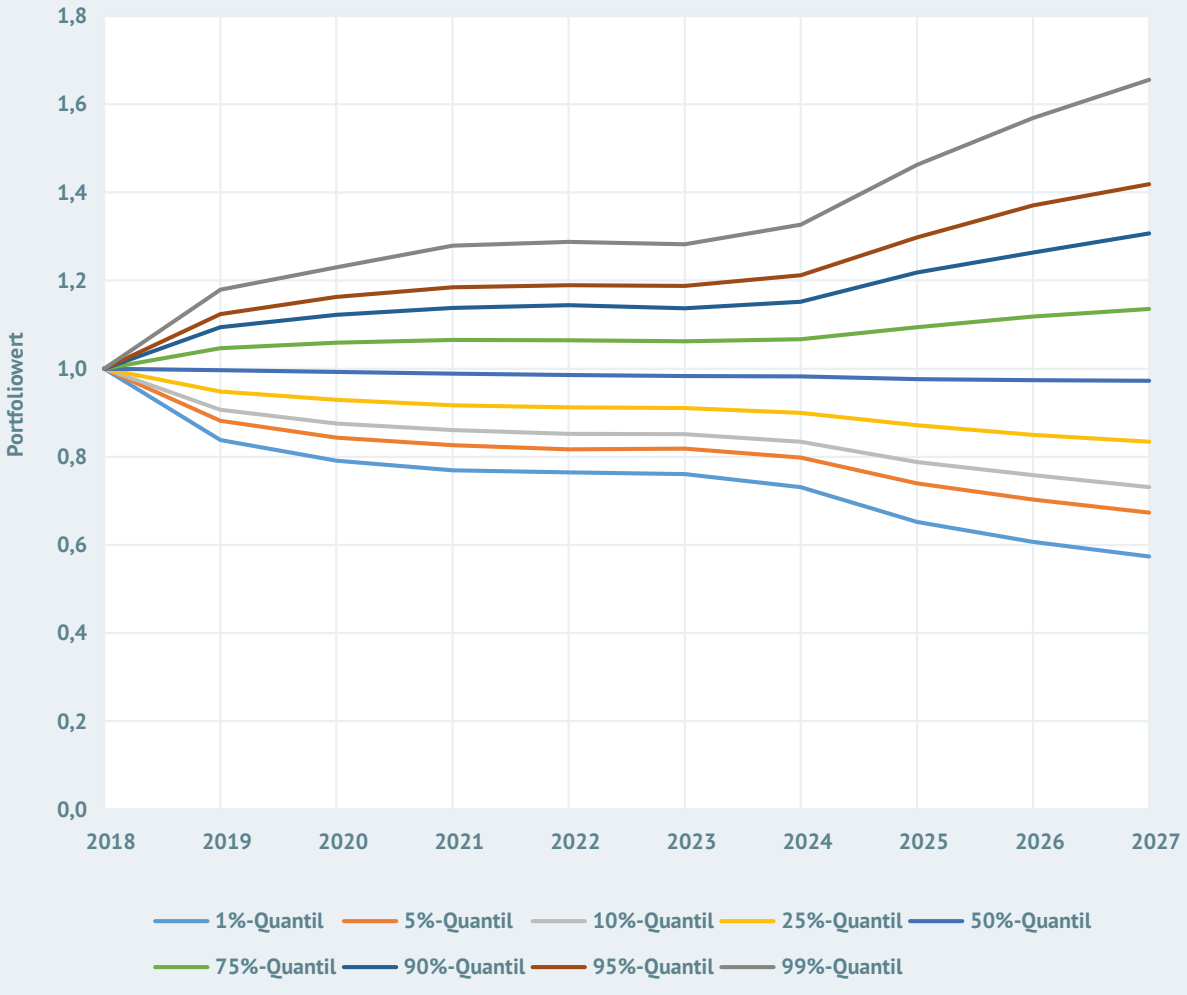
Aus Abbildung 32 wird deutlich, wie sich eine Verdopplung der Volatilität des Carbon Risiko Faktors *BMG* auf die möglichen Werte

des Portfolios über neun Jahre auswirkt. Das über das 1%-Quantil definierte Worst-Case-Szenario sagt nun aus, dass in ein Prozent aller Fälle zu erwarten ist, dass der Wert des Portfolios nach neun Jahren sogar unter 38 Prozent liegen wird, also ein Wertverlust in Höhe von 62 Prozent zu erwarten ist.

Fall 3: Carbon Beta des Portfolios = 1,2

Bei einer Erhöhung des Carbon Betas auf 1,2 zeigt sich gegenüber Abbildung 31 ein etwas erhöhtes Risiko für die Werte des Portfolios über die neun Jahre. Aus Abbildung 33 ergibt sich für das 1%-Quantil (in der Definition also das Worst-Case-Szenario) ein Wert für das Portfolio nach neun Jahren in Höhe von 57 Prozent, was einem Wertverlust von 43 Prozent entspricht.

Abbildung 33: Entwicklung der Werte eines Portfolios mit einem Carbon Beta von 1,2



Der zuletzt betrachtete Fall wurde nicht nur aufgenommen, um zu zeigen, welche Auswirkungen ein anderes Carbon Beta auf die Werte des Portfolios hat. Es kann darüber hinaus auch als Grundlage für die Überlegung dienen, welche Auswirkungen es hat, wenn auch der Marktfaktor ein Carbon Risiko aufweist, worauf an anderer Stelle des Handbuchs bereits hingewiesen wurde.

Geht man beispielsweise davon aus, dass eine positive Korrelation zwischen den Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* und den Renditen des Marktfaktors besteht, dann lässt sich die Auswirkung dieser Korrelation über eine Erhöhung des Carbon Betas abbilden. In Folge haben „braune" Unternehmen mit einem Carbon Beta von größer Null ein noch höheres Risiko, während sich das Risiko „grüner" Unternehmen mit einem negativen Carbon Beta reduziert.

Folgendes Beispiel kann dies veranschaulichen: Das Carbon Risiko des Marktes soll 0,2 betragen, während ein „grünes" Unternehmen ein Carbon Beta von –0,6 und ein „braunes" Unternehmen ein Carbon Beta von 0,6 besitzt. Das Carbon Risiko des „grünen" Unternehmens einschließlich des Carbon Risikos des Marktes beläuft sich damit auf –0,4, während das Carbon Risiko des „braunen" Unternehmens auf 0,8 steigt. Das Carbon Risiko des „grünen" Unternehmens reduziert sich somit, während das „braune" Unternehmen ein höheres Risiko aufweist.

In empirischer Hinsicht ist das Carbon Risiko des Marktes nicht so leicht zu bestimmen, darüber hinaus ist davon auszugehen, dass es in zeitlicher Hinsicht nicht stabil ist. Geht man allerdings davon aus, dass die aktuell existierenden Unternehmen bei Beschleunigung des Transitionsprozesses der Wirtschaft im Durchschnitt eher an Wert verlieren als gewinnen, was plausibel erscheint, dann liegt wie oben angenommen eine positive Korrelation zwischen dem Marktindex und dem Carbon Risiko Faktor *BMG* vor. Insofern sollte eher davon ausgegangen werden, dass „braune" Unternehmen riskanter sind als allein über das Carbon Beta gemessen, während „grüne" Unternehmen eher weniger riskant sind.

Zusammengefasst verdeutlichen die drei Fälle, in welchem Ausmaß der Carbon Risiko Faktor *BMG* die Wertentwicklung eines „braunen" Portfolios beeinflussen kann. Durch Anwendung der historischen Simulation können Worst-Case-Szenarien zur Abschätzung des Risikos für verschiedene Anlagen und Anlageklassen herangezogen und entsprechende Strategien zur Steuerung und zum Hedging von Carbon Risiken (siehe Abschnitt 4.4) abgeleitet werden.

4.9 Reporting von Carbon Risiken und Financed Emissions

Die mit dem Transitionsprozess verbundenen Risiken (zum Beispiel das Auftreten von Stranded Assets) können für Unternehmen und für Anleger eine wichtige Rolle spielen. Besonders Anleger, die das Unternehmen aus einer externen Perspektive beurteilen, benötigen Informationen über die Klimaperformance der Unternehmen. Um neben finanziellen auch nicht-finanzielle Aspekte in den Investitionsentscheidungen berücksichtigen zu können, hat die EU mit der Richtlinie 2014/95/EU den ersten Grundstein für die Offenlegung nicht-finanzieller Informationen für große Unternehmen gelegt (Europäische Kommission, 2014). Die Richtlinie besagt, dass große Unternehmen eine Erklärung im Lagebericht aufnehmen müssen, die unter anderem Umweltbelange einschließt. Ebenso sollen die wesentlichen Risiken in diesem Zusammenhang transparent dargelegt werden. Die Bundesrepublik Deutschland hat infolgedessen eine CSR-Richtlinie (§289b, §289c HGB) erlassen, die für Unternehmen ab dem Geschäftsjahr 2017 umgesetzt werden muss. Die CSR-Richtlinie konkretisiert die EU-Richtlinie und schlägt vor, unter anderem Treibhausgasemissionen zu berichten.

Im Zuge der Umsetzung des EU-Aktionsplans wurde im Januar 2019 ein EU-Bericht über die Offenlegung von klimabezogenen Aspekten veröffentlicht, dessen Empfehlungen in die nicht-bindenden Leitlinien der EU eingearbeitet werden sollen. Die Arbeitsgruppe TCFD (Task Force on Climate-Related Financial Disclosures) beschäftigt sich ebenfalls mit der Offenlegung nicht-finanzieller Informationen. Die regulatorischen Vorgaben zur Umsetzung sind jedoch entweder unverbindlich oder zu ungenau.

Spezifische Informationen über Finanztitel notwendig

Die genannten Maßnahmen beziehen sich hauptsächlich auf die Offenlegung von klimabezogenen Informationen der Unternehmen. Anleger erhalten durch die Offenlegung dieser Informationen ein genaueres Bild über die Klimaperformance der Unternehmen. Die mit dem Transitionsprozess verbundenen Folgen auf die jeweilige Kapitalanlage lassen sich jedoch weiterhin schwer abschätzen. Investoren benötigen deshalb nicht nur Informationen über die Auswirkungen des Prozesses auf Unternehmen, sondern auch über die Auswirkungen auf einzelne Finanztitel.

Offenlegung des Carbon Betas

Da es für Anleger von Bedeutung ist, wie stark die Renditen der Finanztitel von unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses abhängen, liefert das Carbon Beta hier die entscheidungsrelevante Information. Aufgrund der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des Carbon Betas, können die Carbon Risiken für verschiedene Anlageklassen (wie zum Beispiel Aktien, Anleihen oder Fonds) berechnet werden. Die Offenlegung dieser Informationen erhöht die Qualität der Berichterstattung enorm.

Relevanz von Financed Emissions

Neben der Betrachtung von Carbon Risiken werden häufig auch Financed Emissions für Finanztitel berechnet. Die Kennzahl besitzt den Vorteil, dass sie sehr leicht berechenbar ist, wenn die benötigten Daten vorliegen. Bei der Berechnung der Financed Emissions werden im Grundsatz die CO_2-Emissionen der Unternehmen auf die Kapitalgeber aufgeteilt. In einem ersten Schritt werden dafür die



CO_2-Emissionen der Unternehmen mithilfe von Fundamentaldaten standardisiert. Häufig werden werden dafür der Umsatz, die Anzahl der Mitarbeiter, die Anzahl produzierter Einheiten oder die Marktkapitalisierung verwendet. Um für jeden Kapitalgeber die Financed Emissions zu berechnen, werden darauf aufbauend die standardisierten CO_2-Emissionen anteilsbasiert den Kapitalgebern zugeordnet. Die Emissionen können entweder auf Fremd- oder Eigenkapitalgeber oder auf beide gleichermaßen allokiert werden (2° Investing Initiative, 2013).

Mithilfe der Financed Emissions kann jeder Investor bestimmen, wie viele CO_2-Emissionen mit der jeweiligen Geldanlage finanziert werden. Damit wird indirekt der Einfluss der Investition auf das Klima quantifiziert, sodass diese Kennzahl eine Ausrichtung der Geldanlage an den internationalen Klimazielen ermöglicht.

Die TCFD hat sich unter anderem zur Aufgabe gemacht, Empfehlungen für die Berechnung und Offenlegung dieser Carbon Footprints beziehungsweise Financed Emissions abzugeben. Als zentrale Kenngröße wird dabei die gewichtete durchschnittliche Carbon Intensität (Weighted Average Carbon Intensity) vorgeschlagen, die für die Finanztitel offengelegt werden soll (TCFD, 2017). Die Task Force sieht die Veröffentlichung dieser Kennzahl als ersten Schritt an und ist der Meinung, dass dadurch Investoren entscheidungsrelevante Informationen bereitgestellt werden. Die Berechnung der Kennzahl erfolgt zweistufig (siehe Formel (16)).

$$FE_{p,t} = \sum_{i=1}^{N} \frac{Inv_{i,t}}{Aktueller\ Portfoliowert_t} \times \frac{CO_{2_{i,t}}}{Umsatz_{i,t}} \qquad (16)$$

Im hinteren Term werden die Scope 1 und 2 Emissionen des Unternehmens *i* zum Zeitpunkt *t* ($CO_{2\,i,t}$) mithilfe des Umsatzes des Unternehmens ($Umsatz_{i,t}$) standardisiert. Anschließend werden über das Portfoliogewicht des Investments in dieses Unternehmen die standardisierten Emissionen auf das jeweilige Portfolio

zugeordnet. Indem man über alle Investments *i* in einem Portfolio summiert, erhält man die Financed Emissions des Portfolios *p* zum Zeitpunkt *t* ($FE_{p,t}$). Die EU verweist in ihrem Bericht „Report on Climate-related Disclosures" bei der Berechnung von Carbon Footprints auf die TCFD und schlägt ebenfalls diese Kennzahl für die Berichterstattung vor (Europäische Kommission, 2019).

Die Berechnung und Interpretation von Carbon Footprints und Financed Emissions ist jedoch durch die mangelnde Datenverfügbarkeit limitiert. Es besteht noch kein einheitlicher und verbindlicher Standard, wie CO_2-Emissionen gemessen und berichtet werden sollen. Die Korrektheit und Vollständigkeit der berichteten Daten ist somit (noch) nicht gewährleistet. Ebenfalls ist anzumerken, dass eine Investitionsentscheidung bezüglich des Carbon Risikos anhand dieser Kennzahlen nicht möglich ist (Lucas-Leclin et al., 2013) und weitere Kenngrößen, wie zum Beispiel das Carbon Beta, herangezogen werden müssen.

Kombinierte Offenlegung vorteilhaft

Aufgrund der simplen Berechnung der Carbon Footprints und Financed Emissions ist es für Investoren vorteilhaft, wenn diese Kennzahlen offengelegt werden. Da die Kennzahl der Financed Emissions jedoch kein Risikomaß ist und die alleinige Orientierung an dieser Kennzahl bei der Investitionsentscheidung unzureichend ist, liefert das Carbon Beta weitere entscheidungsrelevante Informationen. Informationen über die Abhängigkeit der Renditen vom weiteren Verlauf des Transitionsprozesses sind für Anleger in besonderer Weise relevant. Deshalb wird empfohlen, eine kombinierte Berichterstattung vorzunehmen, die neben dem Carbon Beta auch Financed Emissions enthält.

Anknüpfungspunkte in der Praxis

Für das interne Reporting kann das Carbon Beta als Maß für das Carbon Risiko am Kapitalmarkt herangezogen werden. Ein regelmäßig (intern) veröffentlichtes Reporting zum Carbon Risiko kann als Entscheidungshilfe in Unternehmen dienen. Beispielsweise kann es für das Controlling von Interesse sein, ob und wie sich die Carbon Risiken oder auch die Financed Emissions über die Zeit verändert haben. Basierend auf dieser Entwicklung können Maßnahmen eingeleitet werden, die diese Risiken kontrollieren und steuern. Des Weiteren können Asset Manager das Carbon Risiko ihrer Portfolios durch die Betrachtung des Carbon Betas messen. Gravierende Veränderungen des Risikos bei einer Portfolioumschichtung oder -neuausrichtung können somit besser identifiziert werden.

Aufgrund rechtlicher Berichtspflichten werden im Rahmen des externen Reportings (zum Beispiel im Lagebericht) regelmäßig Berichte für Kunden, Investoren und weitere Stakeholder veröffentlicht. Eine Offenlegung des Carbon Risikos ist aufgrund der hohen Relevanz auf freiwilliger Basis zu empfehlen. Ebenfalls ist es denkbar, eine zusätzliche Kategorie einzuführen, die Informationen über das Carbon Risiko mittels des Carbon Betas erfasst. Die Bereitstellung von Informationen über das Carbon Risiko, beispielsweise in den Produktinformationen von Finanzinstrumenten oder im regelmäßigen Reporting an Stakeholder, kann die Berichtsqualität deutlich erhöhen. Für potenzielle und bestehende Investoren kann es zum Beispiel von Interesse sein, wie sich das Carbon Beta oder die Financed Emissions für ein Anlageprodukt über die Zeit verändert haben. So können potentielle Investoren die Beständigkeit und das Risikoprofil

Arbeitsschritte zum Reporting von Carbon Risiken und Financed Emissions:

1. Festlegung des Finanztitels, für das Carbon Risiken und Financed Emissions offengelegt werden sollen und gegebenenfalls Auswahl von weiteren Finanztiteln zum Vergleich
2. Bestimmung der Carbon Betas der Finanztitel
3. Zusammenstellung benötigter Datenpunkte für die Berechnung der Financed Emissions
4. Bestimmung der Financed Emissions der Finanztitel
5. Anschauliche Darstellung und Offenlegung der Kennzahlen

des Produktes beurteilen. Weiterhin können bestehende Investoren sicherstellen, dass sich das Carbon Risiko in ihren individuell selbst festgelegten Grenzen bewegt.

Methodik: Reporting der Carbon Risiken und der Financed Emissions

In diesem Abschnitt wird das Reporting von Finanzinstitutionen betrachtet. Zunächst ist festzulegen, für welche Anlageklasse beziehungsweise welche Finanztitel das Carbon Beta und die Financed Emissions berichtet werden sollen. Zusätzlich ist es von Vorteil, ähnliche Finanztitel zum Vergleich heranzuziehen. Dies erleichtert die Einschätzung und Evaluierung der Carbon Risiken des eigenen Finanztitels. Zur Bestimmung der Carbon Betas werden lediglich die historischen Renditezeitreihen benötigt. Oftmals sind diese über Online-Plattformen frei zugänglich. Anschließend kann das Carbon Beta mittels einer Regression bestimmt werden. Dies erfolgt entweder über Aggregation der Renditen der Einzeltitel des Produktes (Bottom-up-Ansatz) oder über die aggregierte Renditezeitreihe des Produktes (Top-Down-Ansatz). Anschließend kann das Carbon Beta für das Reporting aufbereitet werden.

Für die Financed Emissions gestaltet sich die Berichterstattung aufgrund der mangelnden Datenverfügbarkeit etwas komplizierter. Um diese Kennzahl berichten zu können, müssen die Emissionsdaten für die jeweiligen Unternehmen vorliegen. Es ist aber nicht gewährleistet, dass alle Unternehmen diese auch zur Verfügung stellen oder die zur Verfügung stehenden Datenbanken die notwendigen Daten überhaupt beziehungsweise vollständig enthalten. Damit stehen Portfolio Manager vor dem Problem, die Unternehmen, für die keine Werte vorhanden sind, aus der Berechnung der Financed Emissions auszuschließen oder die fehlenden Werte selbst zu approximieren (siehe Infobox 9). Im Anschluss können die Financed Emissions unter Berücksichtigung der Portfoliogewichte kalkuliert werden. Vergleichswerte erhalten Portfolio Manager beispielsweise über öffentlich zugängliche Berichte von Benchmark-Produkten. Diese werden mittlerweile immer häufiger zur Verfügung gestellt.

INFOBOX 9

Approximation fehlender Emissionsdaten

Unternehmen sind gesetzlich nicht dazu verpflichtet, ihre Emissionen offenzulegen. Dies führt dazu, dass Emissionsdaten unvollständig vorliegen. Um diese Datenlücken zu schließen, greifen einige Datenanbieter auf unterschiedliche Schätzmethoden zurück.

Die Thomson Reuters ESG Datenbank berichtet Schätzungen für fehlende Scope 1 und 2 Emissionsdaten. Hierfür wendet der Datenanbieter je nach Ausgangslage drei verschiedene Methoden an. Sind für ein Unternehmen Emissionswerte aus vorangehenden Jahren vorhanden, so wird dieser Wert als beste Approximation herangezogen. Hierfür wird die letzte verfügbare Emissionskennzahl jeweils durch die dazugehörige Anzahl der Mitarbeiter und Umsatzerlöse geteilt. Diese Carbon Intensitäts-Kennzahlen werden anschließend auf die Mitarbeiter und Umsatzerlöse des Schätzzeitpunktes skaliert. Der Durchschnitt dieser beiden Kennzahlen wird anschließend als Schätzer für die Emissionen verwendet. Sind keine historischen Emissionsdaten vorhanden, so wird eine Vergleichsgruppe innerhalb der gleichen Industrie mit ähnlichem Energieverbrauch pro Mitarbeiter gebildet. Die Emissionen dieser Vergleichsgruppe werden auch hier auf die Anzahl der Mitarbeiter und Umsatzerlöse normiert. Anschließend werden für das zu bestimmende Unternehmen die Emissions-Intensitäten mit der entsprechenden Anzahl an Mitarbeitern und Umsatzerlösen multipliziert. Der Durchschnitt dieser beiden Kennzahlen stellt die geschätzten Emissionen des Unternehmens dar. Sind weder Emissions- noch Energieverbrauchs-Daten vorhanden, so werden als Vergleichsgruppe alle Unternehmen in derselben Industrie herangezogen. Die Emissionen werden anhand der Anzahl der Mitarbeiter und Umsatzerlöse wie in den anderen beiden Verfahren ermittelt (siehe zur Methode Refinitiv, n.a.).

MSCI ESG unterscheidet zwei Fälle zur Schätzung der Emissionen. Sind Emissionswerte der Vorjahre vorhanden, so werden die historischen Emissionen pro US-Dollar Umsatz auf die heutigen Umsätze hochskaliert. Sind keine Emissionsdaten aus den Vorjahren vorhanden, dann erfolgt die Approximation auf Basis der Emissionen der entsprechenden Industriegruppe (siehe zur Methode Shakdwipee und Lee, 2016).

Sustainalytics erhält Schätzungen für die Emissionen über die jeweilige Industriegruppe. Die Emissionen der Unternehmen in der gleichen Industrie werden jeweils durch den Wert der Sachanlagevermögen, die Anzahl der Mitarbeiter und den Umsatz geteilt. Diese Kennzahlen werden dann mit den entsprechenden Werten des Unternehmens multipliziert. Der Durchschnitt dieser drei approximierten Emissionen stellt die Schätzung für die Emissionen des Unternehmens dar (siehe zur Methode Sustainalytics, 2018).

Portfolio Manager können diese Methoden auf ihre vorhandene Datenbasis übertragen. Denkbar wäre auch, eine spezielle Vergleichsgruppe mit wenigen Unternehmen auszuwählen, die die gleichen Charakteristiken wie das Unternehmen aufweist, für das keine Emissionsdaten vorhanden sind. Thomson Reuters ESG und Sustainalytics setzen für eine sinnvolle Schätzung die Grenze, dass mindestens Daten von zehn Unternehmen aggregiert werden müssen.

Beispielhafte Anwendung

Zur Veranschaulichung eines möglichen Reportings des Carbon Betas und der Financed Emissions wird beispielhaft ein Fonds herangezogen. Ein Portfolio Manager möchte für seinen Fonds „Nachhaltigkeit“ den zeitlichen Verlauf des Carbon Betas sowie die durchschnittlichen Financed Emissions offenlegen. Zudem entschließt er sich dazu, als Vergleich einen MSCI World ETF heranzuziehen, da dieser als Benchmark für seinen Fonds „Nachhaltigkeit“ gilt (Schritt 1). Insgesamt erhofft er sich von der Offenlegung, die potentielle Investorenbasis zu vergrößern.

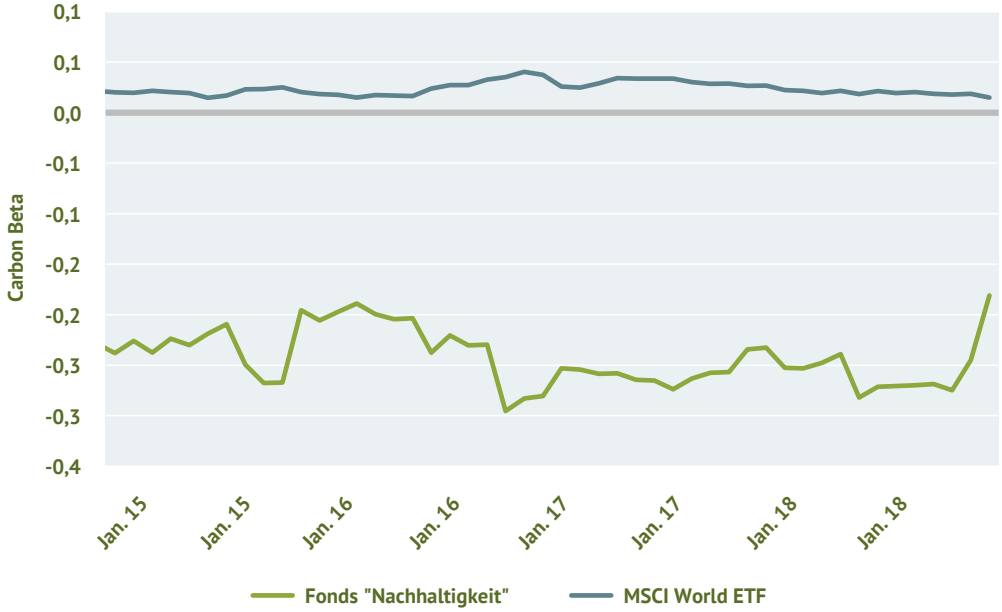


Zum Reporting des Carbon Betas über die Zeit schätzt er monatliche Carbon Betas aus monatlichen Daten rollierend über 108 Monate für den Zeitraum von 2010 bis 2018 (Schritt 2). Hierbei ist zu beachten, dass bei einer rollierenden Schätzung für die ersten Monate des betrachteten Zeitraums kein rollierendes Carbon Beta angegeben werden kann. Für die Financed Emissions seines Fonds kann der Portfolio Manager auf eine gute Datengrundlage zurückgreifen. Da für den MSCI World ETF die eigene Datenlage nicht ausreichend ist, stützt sich der Portfolio Manager auf öffentlich verfügbare Informationen (wie beispielsweise yourSRI.com oder climetrics) (Schritt 3). Somit kann er die Financed Emissions sowohl seines Fonds über die Aggregation der Emissionen der einzelnen Aktien als auch des Benchmark-Fonds bestimmen (Schritt 4). Im Anschluss wählt er eine geeignete Darstellungsweise und integriert diese in das monatliche Reporting sowie in das Produktinformationsblatt des Fonds „Nachhaltigkeit“ (Schritt 5).

Eine beispielhafte Darstellung findet sich in Abbildung 34. Die monatlichen Carbon Betas werden über den Zeitverlauf in einer Grafik abgebildet. Auf der Ordinate ist das Carbon Beta abgetragen, auf der Abszisse der jeweilige Zeitpunkt. Die durchschnittlichen Werte der Carbon Betas sowie der Financed Emissions werden in einer Tabelle gegenübergestellt.

Der Fonds „Nachhaltigkeit“ besitzt in der Zeit von Januar 2010 bis Dezember 2018 ein durchschnittliches Carbon Beta in Höhe von

CARBON RISIKO IM ZEITVERLAUF



WICHTIGE KENNZAHLEN

	Financed Emissions (tCO_2e/EUR Mio. investiert)	Ø Carbon Beta
Fonds "Nachhaltigkeit"	51,4	-0,17
MSCI World ETF	138,9	0,02

Abbildung 34: Carbon Betas und Financed Emissions im Reporting

–0,17. Dies bedeutet, dass die Fonds-Renditen von unerwarteten Änderungen im Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy in der Vergangenheit positiv beeinflusst wurden. Somit weist der Fonds historisch im Schnitt ein negatives Carbon Beta auf und kann daher tendenziell als „grüner“ Fonds bezeichnet werden. Darüber hinaus sind die Financed Emissions mit 51,4 tCO_2e (Tonnen CO2-Äquivalente) pro investierten Millionen Euros deutlich geringer als die des MSCI World ETF in Höhe von 138,9 tCO_2e.

CARIMA

5

Ermittlung und Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG*



5.1 Ziele und Aufbau dieses Kapitels

In Kapitel 2 werden die Grundlagen von CARIMA in möglichst allgemeinverständlicher Art und unter Verzicht auf die Darstellung technischer und methodischer Details erklärt. Diese Erklärungen sind ausreichend, um auf der Basis des öffentlich zur Verfügung gestellten Carbon Risiko Faktors *BMG* das Carbon Risiko von unter anderem Aktien, Anleihen und Portfolios empirisch abzuschätzen und die Ergebnisse in ökonomischer Hinsicht richtig zu interpretieren. Ebenso ist es Ziel des zweiten Kapitels, die Grundlagen für die in Kapitel 3 und Kapitel 4 dargestellten Anwendungen zu legen, damit Anwender diese eigenständig durchführen und korrekt interpretieren können.

Ziele des Kapitels

Dieses Kapitel richtet sich nun an fortgeschrittene Anwender, die ein tiefergehendes, insbesondere methodisches Verständnis von CARIMA in Verbindung mit den durchgeführten empirischen Analysen erlangen möchten. Dieses Verständnis ist insbesondere für Anwender erforderlich, die nicht auf den zur Verfügung gestellten Carbon Risiko Faktor *BMG* zurückgreifen, sondern diesen stattdessen selbst ermitteln wollen.

Wenngleich auch in diesem Kapitel versucht wird, die Darstellungen allgemeinverständlich zu halten, so ist nun ein Grundverständnis finanzwirtschaftlicher und ökonometrischer Kenntnisse hilfreich.

Aufbau des Kapitels

Der Aufbau dieses Kapitels orientiert sich am CARIMA-Konzept, das in die Module A bis E untergliedert ist (siehe die folgende Abbildung). Nachfolgend werden die Inhalte der Module kurz erläutert.

Modul A: „Master-Datensatz“: Zusammenstellung und Aufbereitung von ESG- und Kapitalmarktdaten zu einem Master-Datensatz (Abschnitt 5.2)

In Modul A wird die Integration von vier marktführenden Datenbanken beschrieben, um einen neuen, umfangreichen Master-Datensatz zu erhalten. Darüber hinaus werden Methoden zur Datenbereinigung und -aufbereitung sowie das Matching verschiedener Datenbanken geschildert. Das Ergebnis dieses Moduls ist ein aussagekräftiger Master-Datensatz, der für die weiteren Untersuchungen genutzt werden kann.

Dem fortgeschrittenen Anwender werden in diesem Modul Details zu den einzelnen Datenbanken präsentiert. Darüber hinaus wird das grundlegende Vorgehen zur Verwendung alternativer Datenbanken geschildert. Für Carbon Risiko Proxy Variablen wird ausführlich der Auswahlprozess dargestellt. Es wird darüber hinaus auf Probleme und Herausforderungen bei der Variablenauswahl hingewiesen. Mit diesem Modul wird ein fortgeschrittener Anwender in die Lage versetzt, den CARIMA Master-Datensatz zu reflektieren und sich einen eigenen Master-Datensatz zu erstellen.

Modul B: „Scoring Konzept“: Fundamentale Einschätzung des Carbon Risikos ausgewählter Unternehmen mit dem Brown-Green-Score *BGS* (Abschnitt 5.3)

In Modul B wird mithilfe eines Scoring Konzeptes ein „Brown-Green-Score“ *BGS* zur fundamentalen Bewertung von Carbon Risiken für Unternehmen bestimmt. Als Grundlage wird zunächst überprüft, welche Variablen des Master-Datensatzes sich als Proxy Variablen

Module des CARIMA-Konzeptes

CARIMA

A. Master-Datensatz

4 Datenbanken
785 ESG-Variablen
10 Kapitalmarktvariablen
~ 40.000 Unternehmen



~ 7.000 Unternehmen
~ 35.000 Unternehmen
~ 10.000 Unternehmen
~ 3.000 Unternehmen

B. Scoring Konzept

55 Carbon Risiko Proxy Variablen:
- 19 zur Wertschöpfungskette
- 26 zur Anpassungsfähigkeit
- 10 zur Außenwahrnehmung

GRUPPENINDIKATOREN

WERT-SCHÖPFUNGS-KETTE	ANPASSUNGS-FÄHIGKEIT	AUßEN-WAHR-NEHMUNG
z.B. Carbon Footprint	z.B. Strategie-ziele	z.B. Ratings

Brown-Green-Score *BGS*

C. Carbon Risiko Faktor *BMG*

624 „braune" Unternehmen
484 „grüne" Unternehmen

$$BMG_t = \text{Rendite „brauner" Unternehmen}_t - \text{Rendite „grüner" Unternehmen}_t$$

D. Faktormodell

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t}$$

Carbon Beta
als Maß für das Carbon Risiko

E. Anwendungen

- Aktien
- Anleihen
- Kredite
- Portfolios
- Aktien- u. Anleihenfonds
- Länderaggregation
- Sektorenaggregation
- Reporting
- Fundamentalanalyse
- Stresstests
- Factor Investing
- Best-in-class Ansätze
- Hedging
- Case Studies
- etc.



für Carbon Risiken eignen. Es werden final 55 Variablen des Master-Datensatzes ausgewählt.

Das anschließende Scoring Konzept ist in der Lage, den Einfluss von unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses zu einer Green Economy auf den Wert eines Unternehmens anhand von drei fundamentalen Gruppenindikatoren zu ermitteln: „Wertschöpfungskette", „Außenwahrnehmung" und „Anpassungsfähigkeit". Diese drei Gruppenindikatoren enthalten jeweils zugeordnete Carbon Risiko Proxy Variablen.

Schlussendlich kann dann aus den Gruppenindikatoren der Brown-Green-Score *BGS* gebildet werden, der das Carbon Risiko eines Unternehmens fundamental abbildet.

Dieses Modul beschreibt ausführlich die einzelnen Schritte von der finalen Auswahl der Carbon Risiko Proxy Variablen über den Aggregationsmechanismus des Scoring Konzeptes bis hin zur trennscharfen Klassifizierung von Unternehmen in „braun" und „grün" auf Basis des Brown-Green-Scores *BGS*.

Durch die detaillierte Beschreibung der Carbon Risiko Proxy Variablen und des Scoring Konzeptes wird es einem fortgeschrittenen Anwender ermöglicht, das in CARIMA angewandte Vorgehen zu reflektieren und ein eigenes Vorgehen neu zu entwickeln. So können insbesondere Erweiterungen und gewünschte Modifikationen anwenderspezifisch entwickelt werden.

Modul C: „Carbon Risiko Faktor *BMG*": Berechnung des Carbon Risiko Faktors *BMG* (Abschnitt 5.4)

Die Quantifizierung des Carbon Risikos in Modul C basiert auf einer Erweiterung des mit einem Nobelpreis gewürdigten Capital Asset Pricing Modells (CAPM; Sharpe, 1964; Lintner 1965; Mossin, 1966). Der Carbon Risiko Faktor „Brown-Minus-Green" *BMG* wird dabei marktüblichen Faktormodellen hinzugefügt. Die Renditezeitreihe dieses Carbon Risiko Faktors *BMG* berechnet sich aus einem Long/Short-Portfolio.

Eine detaillierte Beschreibung der Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* sowie zahlreiche Hinweise zu Varianten bei der Faktorkonstruktion, zur Entwicklung von länder- und sektorenspezifischen Faktoren

und der Zusammensetzung der Faktor-Portfolios sollen dem fortgeschrittenen Anwender ein detailliertes Verständnis über den Carbon Risiko Faktor *BMG* vermitteln und ihn bei der Konstruktion eines eigenen Carbon Risiko Faktors unterstützen.

Modul D: „Faktormodell“: Bestimmung des Carbon Betas in verschiedenen Faktormodellen und empirische Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG* (Abschnitt 5.5)

Zur Bestimmung des zentralen Carbon Risiko-Maßes, des Carbon Betas, ist eine Zeitreihenregression mit einem üblichen Multi-Faktormodell zur Erklärung von Renditen notwendig. Dabei werden Renditen durch Risikoeinflussgrößen erklärt, den sogenannten Risikofaktoren.

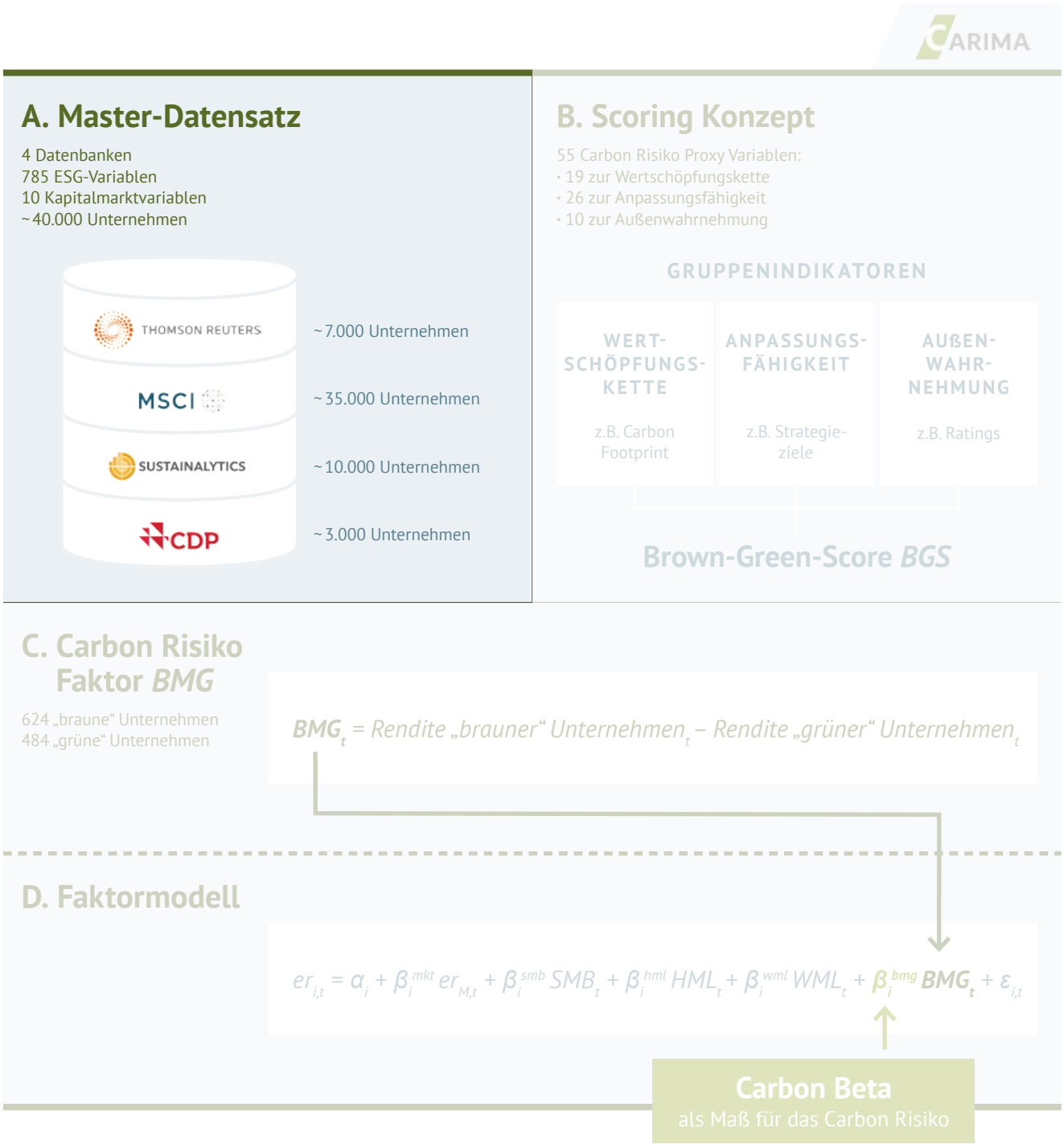
Technisch erfolgt in Modul D durch die OLS-Schätzung der Regressionsgleichung eine Zerlegung der Rendite in einzelne Risikoeinflussfaktoren. Die geschätzten Betas entsprechen der Sensitivität des Unternehmens gegenüber den einzelnen Risikofaktoren, also wie stark sich die Rendite eines Unternehmens ändert, ceteris paribus, bei einer Änderung des entsprechenden Risikofaktors. Die so geschätzte Sensitivität des Carbon Risiko Faktors *BMG* stellt das Carbon Beta dar.

Es wird in diesem Modul dem fortgeschrittenen Anwender zunächst vermittelt, wie das Carbon Beta geschätzt werden kann. Anschließend wird ausführlich dargelegt, dass der entwickelte Carbon Risiko Faktor *BMG* einzigartige renditeerklärende Eigenschaften besitzt und nicht durch übliche Risikofaktoren abgebildet werden kann. Bei der Konstruktion eines eigenen Carbon Risiko Faktors kann diese empirische Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG* und des Carbon Betas als Vorlage dienen.

Modul E: „Anwendungen“: Empirische Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Auf der Grundlage der gegebenenfalls individuell berechneten Carbon Betas können in Modul E die Carbon Risiken von Portfolios wiederum nicht nur quantifiziert, sondern auch gesteuert und berichtet werden. Beispiele zu den einzelnen Anlageklassen finden sich in Kapitel 3, Beispiele zu den verschiedenen praktischen Anwendungen in Kapitel 4. Diese können nun mit einem tiefgreifenden Verständnis des gesamten CARIMA-Konzeptes reflektiert und gegebenenfalls mit einem anwenderspezifisch abgewandelten Konzept betrachtet werden.

5.2 Modul A: Zusammenstellung und Aufbereitung von ESG- und Kapitalmarkt-daten zu einem Master-Datensatz



Zur Konstruktion und Berechnung des Carbon Risiko Faktors *BMG* ist eine Vielzahl fundamentaler Informationen von Unternehmen notwendig. Im Rahmen des Moduls A des CARIMA-Konzeptes wird hierfür ein umfangreicher Datensatz aus vier führenden ESG-Datenbanken zusammengestellt: (i) Carbon Disclosure Project (CDP) Climate Change Fragebogen, (ii) MSCI ESG-Stats und IVA-Ratings, (iii) Sustainalytics ESG Ratings und Emissionsdaten und (iv) Thomson Reuters ESG. Grundsätzlich können auch alternative Datenbanken verwendet werden (siehe Infobox 10).

In allen vier Datenbanken finden sich Variablen, die eine Einschätzung darüber geben können, ob Unternehmen eher als „braun" oder als „grün" anzusehen sind – oder mit anderen Worten, ob die Variablen erwarten lassen, dass die Unternehmenswerte durch unerwartete Veränderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy eher positiv oder negativ betroffen sind. Der aus den vier originären Datensätzen kombinierte Datensatz wird als „Master-Datensatz" bezeichnet.

INFOBOX 10

Alternative Datenbanken zur Konstruktion eines Carbon Risiko Faktors

Für die Konstruktion eines Carbon Risiko Faktors kann man grundsätzlich auch auf alternative (ESG-) Datenbanken zurückgreifen. Dabei ist es entscheidend, dass diese Datenbanken eine hinreichend genaue Einschätzung der Wertveränderung eines Unternehmens bei unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft erlauben. Je besser Unternehmen diesbezüglich in trennscharfe Portfolios eingeteilt werden können, desto leistungsfähiger ist der daraus berechnete Carbon Risiko Faktor.

Bei der Auswahl der alternativen Datenbanken ist es sinnvoll, sich zunächst mit der datenbankspezifischen Qualität der CO_2-Emissionsdaten von Unternehmen zu beschäftigen. Einen guten ersten Ansatzpunkt hierfür liefert eine Publikation von Busch, Johnson, Pioch und Kopp (2018) zur Konsistenz unternehmensspezifischer CO_2-Emissionsdaten über verschiedene Datenbanken und Datenanbieter.

Sind entsprechende Daten in der Datenbank vorhanden, kann das Carbon Risiko für ein Unternehmen beispielsweise anhand der Emissionen in der Wertschöpfungskette grundlegend abgeschätzt werden. Für eine detailliertere Analyse wie im CARIMA-Konzept werden jedoch zahlreiche weitere Variablen benötigt.

Aus einem Rating oder Scoring System eines Datenanbieters können entsprechend Datenpunkte zur Abbildung der Außenwahrnehmung und der Reputation eines Unternehmens in Verbindung zum Carbon Risiko genutzt werden. Darüber hinaus sollten sich in einer alternativen Datenbank insbesondere Informationen über das (ESG-) Management und die (Carbon Risiko) Strategie von Unternehmen befinden. So kann bei Unternehmen auch der Fortschritt und die zukünftige Entwicklung des Unternehmenswertes bei unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses hin zur Green Economy mitberücksichtigt werden.

Enthält eine alternative Datenbank einen wesentlichen Anteil vergleichbarer Variablen, so ist sie grundsätzlich zur Konstruktion eines Carbon Risiko Faktors geeignet.

INFOBOX 11

Vorbereitende Verfahren zur Konstruktion eines Carbon Risiko Faktors – Bereinigung, Aufbereitung und Matching der Datenbasis

Im Rahmen der Erstellung eines Master-Datensatzes zur Konstruktion eines Carbon Risiko Faktors ist es für die Konsistenz, Plausibilität und Korrektheit der Datenbasis wichtig, geeignete Verfahren zum Entfernen und Korrigieren von Datenfehlern anzuwenden.

Im ersten Schritt sollte der Datensatz auf mögliche Duplikate überprüft und bereinigt werden, sodass ausschließlich einzigartige Beobachtungen erhalten bleiben. Da der Datensatz zur Konstruktion des Carbon Risiko Faktors sowohl die Firmen- als auch die Zeitdimension (Panel) umfasst, sollte sich die Einzigartigkeit der Beobachtungen zwingend auf die Kombination aus Firmen-Identifikator und Zeitvariable beziehen.

Neben Duplikaten sind Formatierungs- und systematische (Tipp-)Fehler ein verhältnismäßig leicht zu identifizierendes Problem. Hierzu zählt auch die uneinheitliche Formatierung von Prozentsätzen, die je nach Unternehmen und/oder Zeitpunkt in Prozent- oder Dezimalzahlen erfolgt.

Die Bereinigung unplausibel hoher beziehungsweise niedriger Ausprägungen der einzelnen Variablen erfolgt erst im Anschluss, da die Verfahren zur Eliminierung oder Entschärfung dieser sogenannten Ausreißer in der Regel auf der Verteilung der jeweiligen Variablen basieren, die durch Duplikate oder uneinheitliche Formatierungen verzerrt würde.

Die Identifikation potentieller Ausreißer sollte möglichst „sensibel“ und auf der Grundlage hinreichend eindeutiger Anzeichen erfolgen, da hier die Gefahr besteht, reale Extremwerte fälschlicherweise als Ausreißer zu beurteilen. Die Auswertung deskriptiver Statistiken, beispielsweise der Abgleich zwischen Median, Mittelwert sowie weiterer Lageparameter, kann hier hilfreich sein. Daneben steht eine Reihe grafischer Inspektionsverfahren, wie Histogramme, Box-Whisker- und Scatter-Plots, sowie statistische Ausreißertests (beispielsweise der Dean-Dixon-Test (Dixon, 1950) und die Ausreißertests für nicht-parametrische Verteilungen (Walsh, 1950) und für Normalverteilungen (Grubbs, 1969) zur Verfügung.

Sind die Ausreißer identifiziert, stellt sich die Frage nach der Art der Bereinigung – Eliminieren oder Winsorisieren? Ersteres, auch „Trimmen“ genannt, bringt den Vorteil mit sich, dass Ausreißer in der Folge zu keinerlei Verzerrungen führen können. Hierbei werden die äußeren Enden der nach Größe sortierten Beobachtungen schlicht gelöscht. Problematisch oder zumindest nachteilig könnte sich jedoch der vollständige Verlust der extremen Beobachtungen – und die damit einhergehende Verkleinerung der Informationsbasis – auf die Schätzung des Carbon Risikos des jeweiligen Unternehmens auswirken.

Im Gegensatz dazu werden beim Winsorisieren die Extrema durch Quantilswerte der zugrundeliegenden Verteilung ersetzt, wodurch die Anzahl der Beobachtungen erhalten bleibt. Sowohl beim Trimmen als auch beim Winsorisieren liegt die Schwierigkeit in der Wahl der Quantilswerte.

Da die Konstruktion des Carbon Risiko Faktors auf Informationen mehrerer Datenquellen basiert, müssen einzelne Datensätze zu einem Master-Datensatz vereinigt werden. Primär erfolgt das Matching über eine Zeitvariable sowie datensatzübergreifende Firmen-Identifikatoren wie ISIN, SEDOL und CUSIP. Bei den verbleibenden Beobachtungen, die aufgrund fehlender Identifikatoren nicht verbunden werden konnten, kann durch den Abgleich von Textsegmenten der Unternehmensnamen mit Hilfe von String-Matching-Algorithmen eine Zuordnung erfolgen.

Der Master-Datensatz

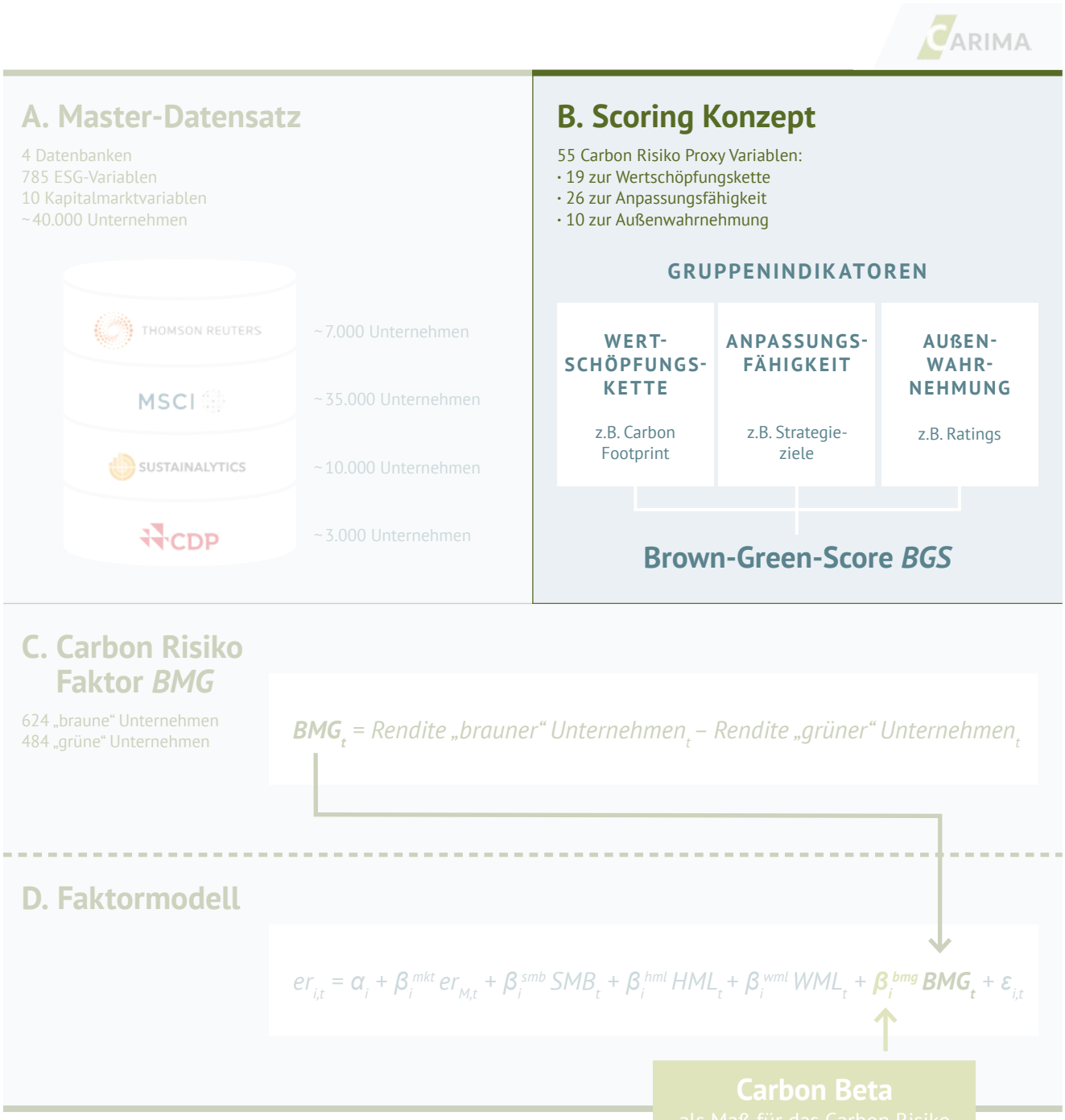
Der verwendete Master-Datensatz zur fundamentalen Identifikation hinreichend vieler „brauner“ und „grüner“ Unternehmen enthält umfangreiche Rohdaten, Scores und Ratings in Form von insgesamt 785 ESG-Variablen inklusive den für die weiteren Analysen benötigten zentralen Emissionsdaten. Darüber hinaus werden für die weiteren Untersuchungen verschiedene Unternehmens- und Finanzkennzahlen einbezogen. Grundsätzlich sind zur Erstellung und Aufbereitung eines Master-Datensatzes verschiedene Schritte zu beachten (siehe Infobox 11).

Insgesamt umfasst der Datensatz circa 40.000 Unternehmen über einen Zeitraum von 1991 bis 2017. In monatlicher Frequenz liegen insgesamt mehr als 1,7 Millionen Beobachtungen vor. Ein Großteil der verfügbaren Informationen, die für das CARIMA-Konzept verwendet werden, ist von 2010 bis 2016 umfassend und in hoher Datenqualität verfügbar.

In allen vier Datenbanken finden sich CO_2-Emissionsdaten für Scope 1 und Scope 2 sowie in geringer Anzahl auch für Scope 3. Diese stammen sowohl aus Unternehmensberichten und Unternehmensanalysen als auch aus verschiedenartigen Schätzungen und ergeben in ihrer Gesamtheit so ein vielschichtiges Bild über den CO_2-Ausstoß von Unternehmen. In allen vier Datenbanken werden zudem verschiedenartige Ratings und Scores gebildet. Sie werden von jedem Datenanbieter unterschiedlich und in oft aufwändigen Verfahren ermittelt. Bei der Verwendung eines Scores oder Ratings sollte daher das Scoring- beziehungsweise Ratingverfahren bekannt sein, damit es umfassend reflektiert werden kann.

Die verwendeten Datenbanken weisen unterschiedliche Stärken und Schwächen auf. Durch die Kombination können Schwächen einzelner Datenbanken kompensiert werden. So finden sich im Datensatz beispielsweise Unternehmensinformationen aus verschiedenen Datenerhebungsansätzen, wie etwa aus geprüften Jahresberichten, externen Scorings und Ratings, (ESG-) Analysteneinschätzungen und Selbstauskünften. Durch die Kombination der Datenbanken können darüber hinaus datenbankspezifische Verzerrungen reduziert und verschiedene Schätzmethoden von Analysten integriert werden. Somit wird eine umfangreiche Auswahl an Unternehmen zur Berechnung eines leistungsfähigen Carbon Risiko Faktors *BMG* ermöglicht.

5.3 Modul B: Fundamentale Einschätzung des Carbon Risikos ausgewählter Unternehmen mit dem Brown-Green-Score *BGS*



Das Ziel des Moduls B des CARIMA-Konzeptes ist es, für eine Auswahl von Unternehmen einen Brown-Green-Score *BGS* zu ermitteln, der eine Einschätzung darüber erlaubt, ob der Wert eines Unternehmens auf unerwartete Änderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft eher positiv oder negativ betroffen sein wird – beziehungsweise in der kurzen Formulierungsweise, ob ein Unternehmen fundamental eher als „grün" oder „braun" zu klassifizieren ist.

Auswahl von Carbon Risiko Proxy Variablen

Um eine Auswahl von Carbon Risiko Proxy Variablen zu treffen, müssen zunächst alle 785 im Master-Datensatz aufbereiteten ESG-Variablen betrachtet werden. Insgesamt sind 363 Variablen dem Environmental-Bereich zuzuordnen. Die verbleibenden Variablen sind dem Social- und Governance-Bereich zuzurechnen und werden nach einer sorgfältigen Prüfung als grundsätzlich ungeeignet zur Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* eingestuft. Insgesamt liefern 131 der 363 Variablen aus dem Environmental-Bereich relevante Informationen zu Emissionen, Emissionsreduktionszielen und zahlreichen weiteren Merkmalen zur Einschätzung der Wirkung von Änderungen des Transitionsprozesses auf den Wert von Unternehmen. Die verbleibenden Variablen beziehen sich etwa auf weitere Umweltaspekte wie beispielsweise Müllproduktion und Wasserverbrauch.

Um eine sinnvolle Auswahl aus diesen 131 Variablen zu treffen, wird im ersten Schritt darauf geachtet, dass die ausgewählten Variablen für Kapitalmarktteilnehmer generell verfügbar sind. Dabei ist es entscheidend, dass alle Variablen sektoren- und länderübergreifend und für einen möglichst langen Zeitraum vorliegen. Wenn dies der Fall ist, kann man davon ausgehen, dass diese Variablen beispielsweise von Analysten zur Unternehmensbewertung und Aktienanalyse herangezogen werden können.

Im zweiten Schritt wird geprüft, ob verschiedene Variablen die gleiche Aussage über einen Aspekt des Carbon Risikos beinhalten und damit redundant sind. Dazu wird eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse können verwendet werden, um sich bei hoch korrelierten Variablen für eine dieser Variablen zu entscheiden. Auch die Aggregation ähnlicher Variablen in verschiedenen Datenbanken kann erwogen werden, um so Datensätze für eine größere Anzahl an Unternehmen oder längere Zeiträume zu generieren.

In der finalen Variablenauswahl wurden 55 Carbon Risiko Proxy Variablen bestimmt, die eine tendenzielle Einschätzung der zu erwartenden Änderungen von Unternehmenswerten aufgrund von unerwarteten Änderungen im Transitionsprozess der Wirtschaft ermöglichen. Diese Variablen sind von den Kapitalmarktteilnehmern beobachtbar und dienen zum Beispiel Analysten zur fundamentalen Einschätzung der Werte von Aktien.

Um zu vermeiden, dass die Größe von Unternehmen hinsichtlich beispielsweise absoluter Emissionen, Energieverbrauch oder Ausgaben ins Gewicht fällt, werden diese Variablen durch den Nettoumsatz der Unternehmen geteilt und so standardisiert.

Neben kontinuierlichen Variablen enthält die Variablenauswahl eine Reihe von diskreten und binären Variablen sowie Variablen, die innerhalb einer vordefinierten Bandbreite

Carbon Risiko Proxy Variable	Anzahl	Mittelwert	Standard-abweichung	Median
Panel A. Thomson Reuters ESG				
Energy Use Total (std.)	51.480	119.343	6.682.551	630,74
CO_2 Equivalents Emission Total (std.)	63.959	7.672	465.116	59,69
Clean Technology	72.991	0,76	0,43	1,00
Emission Reduction Prod. Process	72.806	0,49	0,50	0,00
Sustainable Supply Chain	72.806	0,23	0,42	0,00
Renewable Energy Use	72.806	0,32	0,47	0,00
Climate Change Risks/Opportunities	72.806	0,23	0,42	0,00
Energy Efficiency Policy	72.806	0,11	0,31	0,00
Emission Reduction Target/Objective	52.780	0,03	0,16	0,00
Energy Efficiency Target/Objective	36.525	0,05	0,22	0,00
Environmental Investments Initiatives	75.350	0,33	0,47	0,00
Environmental Exp. Investments	75.350	0,51	0,50	1,00
Environmental Expenditures (std.)	29.999	0,01	0,04	0,00
Environmental Partnerships	75.350	0,76	0,43	1,00
Environmental Provisions (std.)	17.677	0,04	0,16	0,01
Policy Emissions	75.350	0,89	0,32	1,00
Environmental R&D Exp. (std.)	8.881	0,09	0,01	0,09
Emission Reduction Score	72.806	16,18	19,76	7,64
Resource Reduction Score	72.806	16,11	19,59	7,93
Environmental Score	72.806	16,14	19,66	7,41
Innovation Score	75.330	38,21	26,05	33,86
Emissions Score	75.330	26,26	20,74	21,52
Panel B. Carbon Disclosure Project				
Greenhouse Gas Emissions (std.)	61.760	47.611	1.541.905	61,29
Regulatory Opportunities Sources	70.670	2,64	2,37	2,00
Climate related Opport. Sources	70.670	1,18	1,04	1,00
Regulatory Risks Sources	70.670	1,85	1,87	1,00
Climate related Risks Sources	70.670	1,22	1,25	1,00
Regulatory Opportunities	62.675	0,08	0,27	0,00
Climate related Opportunities	62.648	0,14	0,34	0,00
Regulatory Risks	62.792	0,94	0,24	1,00
Climate related Risks	62.720	0,81	0,39	1,00
Emission Reduction Target	6.871	0,72	1,18	0,00
Disclosure Score	55.676	22,31	18,80	19,00
Performance Band	58.595	4,30	2,12	3,00

Carbon Risiko Proxy Variable	Anzahl	Mittelwert	Standard-abweichung	Median
Panel C. Sustainalytics				
Carbon Intensity	59.492	45,07	39,03	50,00
Renewable Energy Use	59.492	85,08	34,78	100,00
Supplier Environmental Programmes	29.321	64,37	34,59	70,00
Sustainable Products & Services	33.978	73,55	30,90	75,00
Scope of GHG Reporting	58.948	28,85	37,87	0,00
Environmental Policy	72.552	39,84	33,38	50,00
Green Procurement Policy	72.552	55,99	33,16	60,00
Renewable Energy Programmes	59.428	78,94	27,49	75,00
Environmental Management System	72.552	25,52	30,78	20,00
Air Emissions Programmes	26.915	67,59	33,23	75,00
Overall ESG Score	72.552	34,22	8,66	34,38
Panel D. MSCI ESG				
Opportunities in Clean Tech	21.758	0,66	0,47	1,00
Energy Efficiency	7.039	0,57	0,50	1,00
Opportunities Renewable Energy	2.280	0,57	0,49	1,00
Carbon Emissions	51.357	0,48	0,50	0,00
Regulatory Compliance	13.137	0,10	0,30	0,00
Climate Change Controversies	58.358	0,03	0,18	0,00
Industry-adjusted Overall Score	75.171	4,25	2,30	4,20
Carbon Emissions Score	63.802	2,87	2,46	2,67
Climate Change Theme Score	46.298	2,83	2,67	2,30
Environmental Pillar Score	75.146	4,32	2,03	4,40

Tabelle 16: Deskriptive Statistiken der Carbon Risiko Proxy Variablen

liegen, wie beispielsweise die datenbankspezifischen Ratings. Diese werden nach Formel (17) transformiert, um sie vergleichbar zu machen.

Der neue Datenpunkt liegt nach der Transformation im Intervall von 0 bis 1 und ist somit vergleichbar mit den Datenpunkten anderer Variablen. Ein Wert nahe 0 stellt dabei eine „grünere“ Ausprägung der Variable dar als ein Wert nahe 1, der für eine „braunere“ Ausprägung der Variable steht. Deskriptive Statistiken zu den 55 transformierten Carbon Risiko Proxy Variablen finden sich in der Tabelle 16.

$$Datenpunkt_{x,\,neu} = \frac{Datenpunkt_x - \text{Minimum}(Datenpunkte)}{\text{Maximum}(Datenpunkte) - \text{Minimum}(Datenpunkte)} \qquad (17)$$

Gruppenindikatoren zur Aggregation der Carbon Risiko Proxy Variablen

Nach der Auswahl der Carbon Risiko Proxy Variablen werden diese Variablen einem von drei Gruppenindikatoren zugeordnet. Diese Gruppenindikatoren decken drei Wirkungskanäle des Carbon Risikos auf ein Unternehmen ab. Das heißt, über diese Wirkungskanäle werden die Unternehmenswerte bei unerwarteten Veränderungen im Transitionsprozess wesentlich beeinflusst. Die Gruppenindikatoren werden nach ihrem Wirkungskanal als „Wertschöpfungskette", „Außenwahrnehmung" oder „Anpassungsfähigkeit" bezeichnet.

Gruppenindikator „Wertschöpfungskette"

Der erste Gruppenindikator „Wertschöpfungskette" enthält Carbon Risiko Proxy Variablen, die die Wirkung des Carbon Risikos über die Wertschöpfungskette eines Unternehmens abbilden können. In diesem Gruppenindikator sind deshalb Variablen enthalten, die sich mit allen Bestandteilen der Wertschöpfungskette – wie etwa der Produktion, den Prozessen, den Produkten, den Technologien und der Lieferkette – eines Unternehmens beschäftigen.

In der Wertschöpfungskette fallen auch die wesentlichen Emissionen eines Unternehmens an. Der Gruppenindikator „Wertschöpfungskette" erfasst daher insbesondere Carbon Risiko Proxy Variablen, die die Emissionen („CO_2 Equivalents Emissions Total") und den Energieverbrauch („Energy Use Total") eines Unternehmens abbilden.

Darüber hinaus werden Variablen in diesem Gruppenindikator berücksichtigt, die beispielsweise Informationen über eine umweltfreundliche Konfiguration der im Unternehmen eingesetzten Technologie („Clean Technology") oder dem Angebot an nachhaltigen Produkten („Sustainable Products & Services") enthalten.

Der Gruppenindikator „Wertschöpfungskette" umfasst somit zahlreiche Carbon Risiko Proxy Variablen, die sich auf die historischen und gegenwärtigen Emissionen eines Unternehmens beziehen und über die Wertschöpfungskette auf den Wert des Unternehmens wirken.

Gruppenindikator „Außenwahrnehmung"

Der zweite Gruppenindikator „Außenwahrnehmung" besteht aus Carbon Risiko Proxy Variablen, die den Einfluss von Carbon Risiken über einen weiteren Wirkungskanal, der sogenannten Außenwahrnehmung, abbilden können. So kann ein Unternehmen, das beispielsweise eine emissionsarme Produktion besitzt, trotzdem von Carbon Risiken betroffen sein, wenn die Öffentlichkeit der Meinung ist, dass das Unternehmen von unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses zur Green Economy in besonderem Maße beeinflusst wird.

Der Gruppenindikator enthält daher maßgeblich Variablen zu öffentlich bedeutenden ESG-Ratings („Overall ESG Score" oder „Performance Band"). Insbesondere wird hier auch die Environmental-Säule der ESG-Ratings („Environmental Score") einbezogen.

Es werden darüber hinaus Variablen herangezogen, die dokumentieren, ob ein Unternehmen in der Vergangenheit im Zusammenhang

mit Umweltverschmutzung oder Klimaschädigung in der Kritik stand („Climate Change Controversies“) und dadurch beispielsweise höheren Reputationsrisiken ausgesetzt ist.

Der Gruppenindikator „Außenwahrnehmung“ kann insgesamt als eine Sammlung von Carbon Risiko Proxy Variablen angesehen werden, die versuchen, die wahrgenommenen Emissionen eines Unternehmens zu messen.

Gruppenindikator „Anpassungsfähigkeit“

Der dritte Gruppenindikator „Anpassungsfähigkeit“ umfasst vor allem Carbon Risiko Proxy Variablen, die sich mit Strategien, Richtlinien und dem Management eines Unternehmens beschäftigen. Ein Unternehmen kann auf unvorhergesehene Änderungen im Transitionsprozess hin zu einer Green Economy vorbereitet werden, so dass es auf diese Veränderungen effizient und ohne Wertverlust reagieren kann. Die Wirkung des Carbon Risikos auf das Unternehmen wird folglich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit reduziert.

Zu den zugeordneten Carbon Risiko Proxy Variablen zählen daher im Besonderen Variablen, aus denen ambitionierte Emissionsreduktionsziele („Emission Reduction Target/Objective“, „Policy Emissions“), aber auch eine umweltbezogene Innovationsfähigkeit („Innovation Score“) und entsprechende Ausgaben für Forschung und Entwicklung („Environmental R&D Expenditures“) hervorgehen.

Als weitere Variablen werden Investitionen in emissions- und ressourcenarme Projekte („Environmental Expenditures Investment“) berücksichtigt. Zudem werden Variablen zur Erfassung von Risiken und Chancen des Klimawandels in der Unternehmensstrategie („Climate Change Risks/Opportunities“) einbezogen.

Der Gruppenindikator „Anpassungsfähigkeit“ enthält insgesamt betrachtet Carbon Risiko Proxy Variablen, die eine Aussage über die zukünftigen Emissionen eines Unternehmens treffen.

In ihrer Gesamtheit decken die drei Gruppenindikatoren „Wertschöpfungskette“, „Außenwahrnehmung“ und „Anpassungsfähigkeit“ die verschiedenen Wirkungskanäle von Carbon Risiken auf den Wert eines Unternehmens ab. Sie erlauben eine Abschätzung der Veränderungen des Unternehmenswertes bei unerwarteten Änderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy.

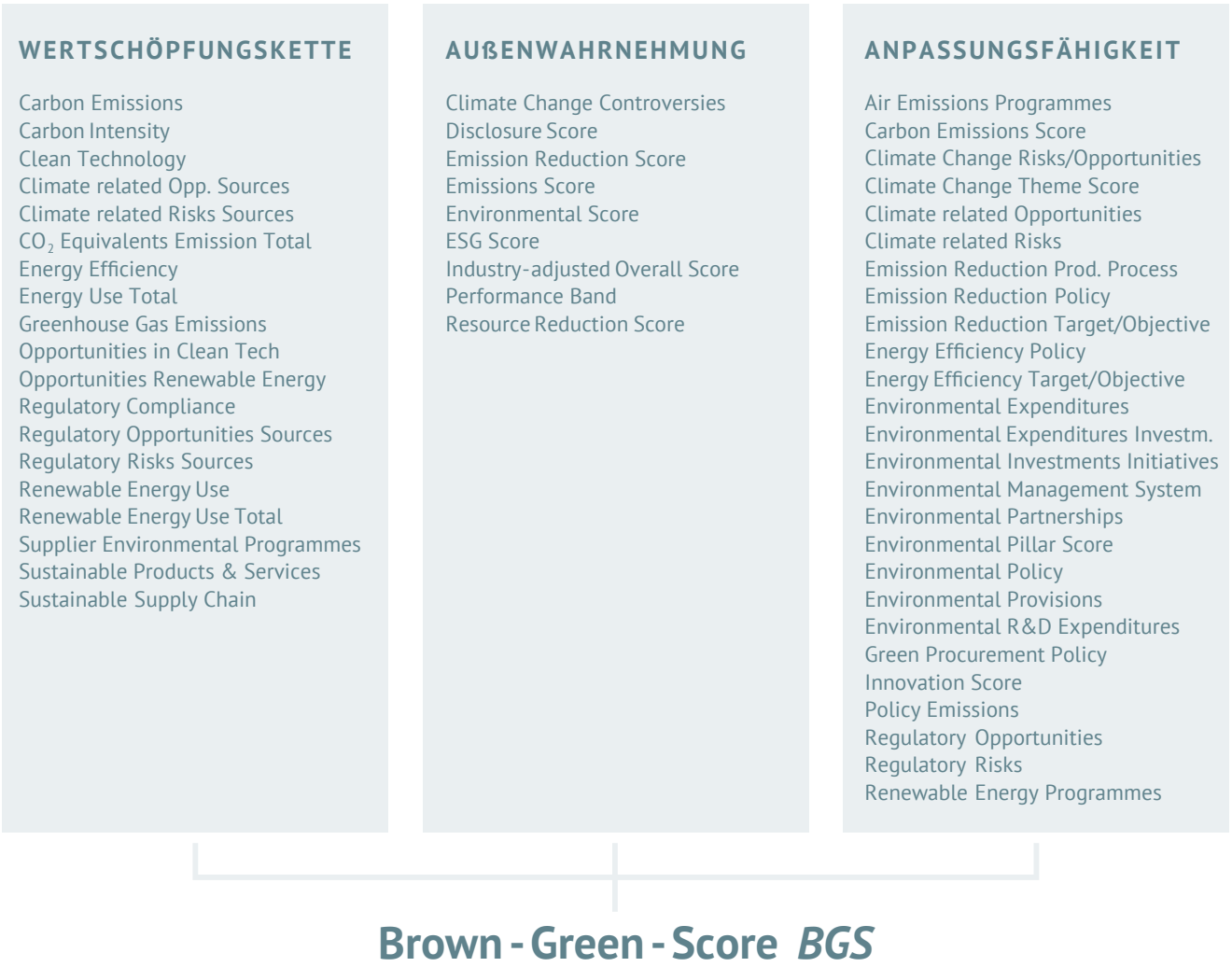
Die Zuordnung der 55 Carbon Risiko Proxy Variablen zu den drei Gruppenindikatoren ist in Abbildung 35 dargestellt.

Typische „grüne“ und „braune“ Unternehmen

Zusammenfassend ist ein „grünes“ Unternehmen beispielsweise ein Unternehmen, das gut auf unerwartete Veränderungen im Transitionsprozess in Richtung einer Green Economy vorbereitet ist und von diesen sogar profitieren kann. Es überzeugt mit seiner emissionsarmen Produktion, seinen energieeffizienten Prozessen, seiner positiven Außendarstellung mit hohen ESG-Ratings und seiner konsistenten Anpassungsstrategie.

Im Vergleich dazu ist ein „braunes“ Unternehmen beispielsweise ein Unternehmen, das auf unerwartete Veränderungen im

Abbildung 35: Zuordnung der Carbon Risiko Proxy Variablen zu den Gruppenindikatoren



Transitionsprozess in Richtung einer Green Economy ungenügend vorbereitet ist und von diesem in seinem Geschäftsmodell deutlich beeinträchtigt wird. Es leidet dann unter seiner ressourcenintensiven Produktion und Prozessen, seiner negativen, durch zahlreiche Kontroversen geprägten Reputation und seiner nicht überzeugenden Anpassungsstrategie.

Scoring der Carbon Risiko Proxy Variablen

Nach der Definition der drei Gruppenindikatoren werden die 55 Carbon Risiko Proxy Variablen anhand des Medians mit 0 (unter dem Median) oder 1 (über oder gleich dem Median) jeweils gescort. Eine 0 steht für eine „grüne“ und eine 1 für eine „braune“ Ausprägung der Variable.

Aggregation der Carbon Risiko Proxy Variablen zu Subscores der drei Gruppenindikatoren

Anschließend wird für jeden Gruppenindikator ein Subscore in Form des Mittelwertes der Einzelscores der zugeordneten Carbon Risiko Proxy Variablen gebildet. Die Subscores haben Werte zwischen 0 und 1. Je geringer der Subscore eines Unternehmens, desto „grüner“ ist es.

Aggregation der Gruppenindikatoren zum Brown-Green-Score *BGS*

Aus den drei Subscores wird nun für jedes Unternehmen der Brown-Green-Score *BGS*, wie in Formel (18) angegeben, jährlich berechnet.

Der Brown-Green-Score *BGS* ist eine leicht interpretierbare Kennzahl im Intervall von 0 bis 1 und gibt an, inwieweit der Unternehmenswert auf unerwartete Veränderungen des Transitionsprozesses hin zur Green Economy reagiert. Je höher die Kennzahl ist, desto „brauner" ist das Unternehmen. Ein Unternehmen mit einem Brown-Green-Score *BGS* von 0 gilt als „vollkommen grün", wohingegen ein Unternehmen mit einem Brown-Green-Score *BGS* von 1 als „vollkommen braun" bewertet wird. Der Brown-Green-Score *BGS* eignet sich dementsprechend für eine Klassifizierung in „grüne" (geringer Brown-Green-Score *BGS*) und „braune" (hoher Brown-Green-Score *BGS*) Unternehmen.

Erläuterung der Gewichtungen im Aggregationsmechanismus

Der gewählte Aggregationsmechanismus mit 70 Prozent Gewichtung für den Wertschöpfungsketten-Subscore und 30 Prozent Gewichtung für den Außenwahrnehmungs-Subscore spiegelt die Bedeutung der beiden Gruppenindikatoren bei der fundamentalen Bewertung des Carbon Risikos eines Unternehmens wider.

Der erste Gruppenindikator „Wertschöpfungskette" ist im CARIMA-Konzept der wichtigste Indikator des Brown-Green-Scores *BGS*, da er den Wirkungskanal eines Unternehmens abbildet, der besonders von Carbon Risiken betroffen ist. Da beispielsweise die klimawandelbezogene Regulierung maßgeblich auf die gegenwärtigen Emissionen abzielt, trägt dieser Gruppenindikator entscheidend zur fundamentalen Beurteilung des Carbon Risikos eines Unternehmens bei. Auch der zweite Gruppenindikator „Außenwahrnehmung" ist für die Beurteilung der Carbon Risiken wichtig, da hiermit insbesondere Reputationsrisiken aus dem Transitionsprozess der Wirtschaft hin zur Green Economy erfasst werden.

Den beiden das Carbon Risiko eines Unternehmens erhöhenden Gruppenindikatoren „Wertschöpfungskette" und „Außenwahrnehmung" wird mit dem dritten Gruppenindikator „Anpassungsfähigkeit" noch ein Carbon Risiko-reduzierender Wirkungskanal gegenübergestellt. Obwohl ein Unternehmen beispielsweise eine emissionsintensive Produktion besitzt und in der Öffentlichkeit als Klimasünder angesehen wird, so kann es dennoch in der Lage sein, sich im Verlauf des Transitionsprozesses hin zur Green Economy effizient und mit geringen Wertverlusten anzupassen.

Wenn dieses Unternehmen in höchstem Maße an den Transitionsprozess der Wirtschaft in Richtung einer Green Economy anpassungsfähig ist und damit einen Subscore

$$BGS_{i,t} = (0{,}7\ Wertschöpfungskette_{i,t} + 0{,}3\ Außenwahrnehmung_{i,t}) - (0{,}7\ Wertschöpfungskette_{i,t} + 0{,}3\ Außenwahrnehmung_{i,t}) \frac{1 - Anpassungsfähigkeit_{i,t}}{3} \qquad (18)$$

Aktien	Ø *BGS*
GAZPROM	0,65
	0,53
IBM	0,31
Johnson & Johnson	0,28
Vestas	0,18

Tabelle 17: Beispiele für den Brown-Green-Score *BGS* für einzelne Aktien

in der Anpassungsfähigkeit von 0 aufweist, dann wird der Effekt des Carbon Risikos über die Wirkungskanäle der beiden Gruppenindikatoren „Wertschöpfungskette“ und „Außenwahrnehmung“ um ein Drittel reduziert. Ist demgegenüber ein Unternehmen nicht anpassungsfähig (Subscore Anpassungsfähigkeit = 1), wird auch die Summe der Gruppenindikatoren „Wertschöpfungskette“ und „Außenwahrnehmung“ nicht reduziert. Das bedeutet, dass dieses Unternehmen in vollem Ausmaß vom Carbon Risiko über seine Wirkungskanäle „Wertschöpfungskette“ und „Außenwahrnehmung“ betroffen ist.

Beispiele für den Brown-Green-Score *BGS*

Tabelle 17 enthält einige Beispiele für die über die Jahre durchschnittlichen Ausprägungen der Brown-Green-Scores *BGS* ausgewählter Unternehmen.

Im Beispiel hat Vestas als weltgrößter Hersteller von Windkraftanlagen mit 0,18 den geringsten durchschnittlichen Brown-Green-Score *BGS*, während Gazprom als weltweit größtes Erdgasförderunternehmen den höchsten durchschnittlichen Brown-Green-Score *BGS* aufweist.

Selektion geeigneter Unternehmen zur Faktorkonstruktion

Im nächsten Schritt sind geeignete Unternehmen zu selektieren, die zur Faktorkonstruktion herangezogen werden. Dafür werden zunächst alle nicht-börsennotierten Unternehmen ausgeschlossen. Zudem werden Unternehmen des Finanzsektors nicht berücksichtigt, da sich ihr Carbon Risiko deutlich von Unternehmen anderer Sektoren unterscheidet. Beispielsweise haben Banken kaum direkte eigene Emissionen, jedoch finanzieren sie Unternehmen mit hohen Emissionen, die besonders stark von Carbon Risiken betroffen sein können. Über ihr Kreditportfolio können Banken daher indirekt von Carbon Risiken betroffen sein, was sich aber im fundamentalen Brown-Green-Score *BGS* gegebenenfalls nicht widerspiegeln würde. Das Carbon Risiko des Finanzsektors muss daher eigens analysiert werden. Eine entsprechende Analyse findet sich in Abschnitt 4.3.

Darüber hinaus werden nur Unternehmen zur Faktorkonstruktion herangezogen, die in allen vier Datenbanken vertreten sind und für die Daten für mindestens fünf Carbon Risiko Proxy Variablen vorliegen. Diese Bedingungen sind notwendig, um Verzerrungen in der datenbankspezifischen Datenerhebungsmethodik zu minimieren.

Festlegung auf 1.637 geeignete Unternehmen

Insgesamt führen diese Kriterien zur Selektion von 1.637 börsennotierten globalen Unternehmen aus 50 Ländern (siehe Tabelle 18). Die meisten dieser Unternehmen stammen aus den USA, gefolgt von Japan und dem Vereinigten Königreich.

Land	N	%
USA	418	25,53
Japan	227	13,87
UK	193	11,79
Kanada	97	5,93
Australien	75	4,58
Frankreich	66	4,03
Südafrika	59	3,60
Deutschland	53	3,24
Taiwan	48	2,93
Südkorea	36	2,20
Andere Europa	237	14,48
Andere Asien	78	4,76
Andere Amerika	37	2,26
Andere Ozeanien	13	0,79
Insgesamt	**1.637**	**100,00**

Sektor	N	%
Industrie	368	22,48
Zyklische Konsumgüter	277	16,92
Grundstoffe	239	14,60
Technologie	191	11,67
Nichtzyklische Konsumgüter	167	10,20
Energie	118	7,21
Versorgungs-unternehmen	104	6,35
Gesundheitswesen	109	6,66
Telekommunikation	64	3,91
Insgesamt	**1.637**	**100,00**

Tabelle 18: Geografische und sektorale Verteilung der für den Carbon Risiko Faktor *BMG* selektierten 1.637 Unternehmen

Betrachtet man die Aufschlüsselung des Datensatzes nach Sektoren, so sind die meisten Unternehmen in den Bereichen „Industrie", „Zyklische Konsumgüter" und „Grundstoffe" aktiv.

Für die Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* werden Unternehmen aus zahlreichen Ländern und unterschiedlichen Sektoren herangezogen. Damit ist sichergestellt, dass der Faktor globale Informationen aus allen Sektoren der Wirtschaft über die Wertänderung von Unternehmen bei unerwarteten Veränderungen des Transitionsprozesses der Wirtschaft hin zur Green Economy enthält.

Reflexion der Variablenauswahl und -zuordnung

Das Modul B des CARIMA-Konzeptes enthält viele Freiheitsgrade bei der Auswahl und der Zuordnung der Variablen. Daher ist es sinnvoll, diese Schritte immer wieder zu reflektieren. Dafür wurde im Rahmen von CARIMA die Variablenauswahl und -zuordnung in einem eigens veranstalteten Workshop mit Klima- und Finanzexperten von NGOs, Universitäten und Beratungsunternehmen diskutiert und finalisiert.

Robustheit des Aggregationsmechanismus

Um sicherzustellen, dass die Gewichtung der Gruppenindikatoren bei der Klassifizierung eines Unternehmens in „grün" oder „braun" nicht allein entscheidend ist, werden Analysen zur Robustheit des Aggregationsmechanismus durchgeführt. Beispielweise führt eine Variation in den Gewichtungen, wie zum Beispiel die Wahl der Gewichte bei den beiden Subscores „Wertschöpfungskette" und „Außenwahrnehmung" in Höhe von 50 Prozent, nur zu unwesentlichen Änderungen in der Beurteilung eines Unternehmens als „braun" oder „grün".

Darüber hinaus kann auch die Carbon Risiko-reduzierende Wirkung des Gruppenindikators „Anpassungsfähigkeit" variabel gestaltet werden. Robustheitstests zeigen, dass der Einfluss des Anpassungsfähigkeit-Subscores die Summe der beiden weiteren Subscores bis auf die Hälfte reduzieren kann, ohne dass der Brown-Green-Score *BGS* zahlreicher Unternehmen maßgeblich beeinflusst wird. Daraus folgt, dass der Brown-Green-Score *BGS* nur im geringen Ausmaß von den gewählten Gewichtungen beeinflusst wird.

5.4 Modul C: Berechnung des Carbon Risiko Faktors *BMG*

CARIMA

A. Master-Datensatz

4 Datenbanken
785 ESG-Variablen
10 Kapitalmarktvariablen
~40.000 Unternehmen



~7.000 Unternehmen
~35.000 Unternehmen
~10.000 Unternehmen
~3.000 Unternehmen

B. Scoring Konzept

55 Carbon Risiko Proxy Variablen:
- 19 zur Wertschöpfungskette
- 26 zur Anpassungsfähigkeit
- 10 zur Außenwahrnehmung

GRUPPENINDIKATOREN

WERT-SCHÖPFUNGS-KETTE	ANPASSUNGS-FÄHIGKEIT	AUßEN-WAHR-NEHMUNG
z.B. Carbon Footprint	z.B. Strategie-ziele	z.B. Ratings

Brown-Green-Score *BGS*

C. Carbon Risiko Faktor *BMG*

624 „braune" Unternehmen
484 „grüne" Unternehmen

$$BMG_t = \text{Rendite „brauner" Unternehmen}_t - \text{Rendite „grüner" Unternehmen}_t$$

D. Faktormodell

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t}$$

Carbon Beta
als Maß für das Carbon Risiko

Das Ziel des Moduls C des CARIMA-Konzeptes ist es, den Carbon Risiko Faktor *BMG* zu konstruieren. Dafür wird die Differenz einer historischen Renditezeitreihe eines Portfolios aus „braunen“ Aktien und einer historischen Renditezeitreihe eines Portfolios aus „grünen“ Aktien gebildet. Der Carbon Risiko Faktor *BMG* entspricht demnach der Renditezeitreihe eines Portfolios, das long in „braunen“ Aktien und short in „grünen“ Aktien investiert ist.

Die grundlegende Verwendung von Faktoren und Faktormodellen zur Risikomessung ist in Wissenschaft und Praxis weit verbreitet. Als Blaupause für das weitere Vorgehen dient der Ansatz von Fama und French (1993), auf den die Konstruktion von Faktoren und deren Verwendungen in Faktormodellen zurückgeht. Sie konstruieren in Analogie zu dem Carbon Risiko Faktor *BMG* unter anderem einen Size-Faktor (Small-Minus-Big, SMB), der long in kleinen und short in großen Unternehmen investiert ist, und einen Value-Faktor (High-Minus-Low, HML), der long in Value Aktien und short in Growth Aktien investiert ist. Mit diesen Faktoren können sie anschließend den Size- und den Value-Effekt berechnen. Diese Vorgehensweise wird auch im CARIMA-Konzept bei der Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* und der Messung des Carbon Risikos über das Carbon Beta grundsätzlich verwendet.

Charakterisierung eines Unternehmens als „braun“, „neutral“ oder „grün“ nach dem Brown-Green-Score *BGS*

Um den Carbon Risiko Faktor *BMG* zu konstruieren, wird jedem Unternehmen anhand seines im Zeitraum von 2010 bis 2016 durchschnittlichen Brown-Green-Scores *BGS* das Merkmal „braun“, „neutral“ oder „grün“ zugeordnet. Die Einteilung erfolgt anhand der Terzile des durchschnittlichen Brown-Green-Scores *BGS*.

Charakterisierung eines Unternehmens als „klein“ oder „groß“ nach der Marktkapitalisierung

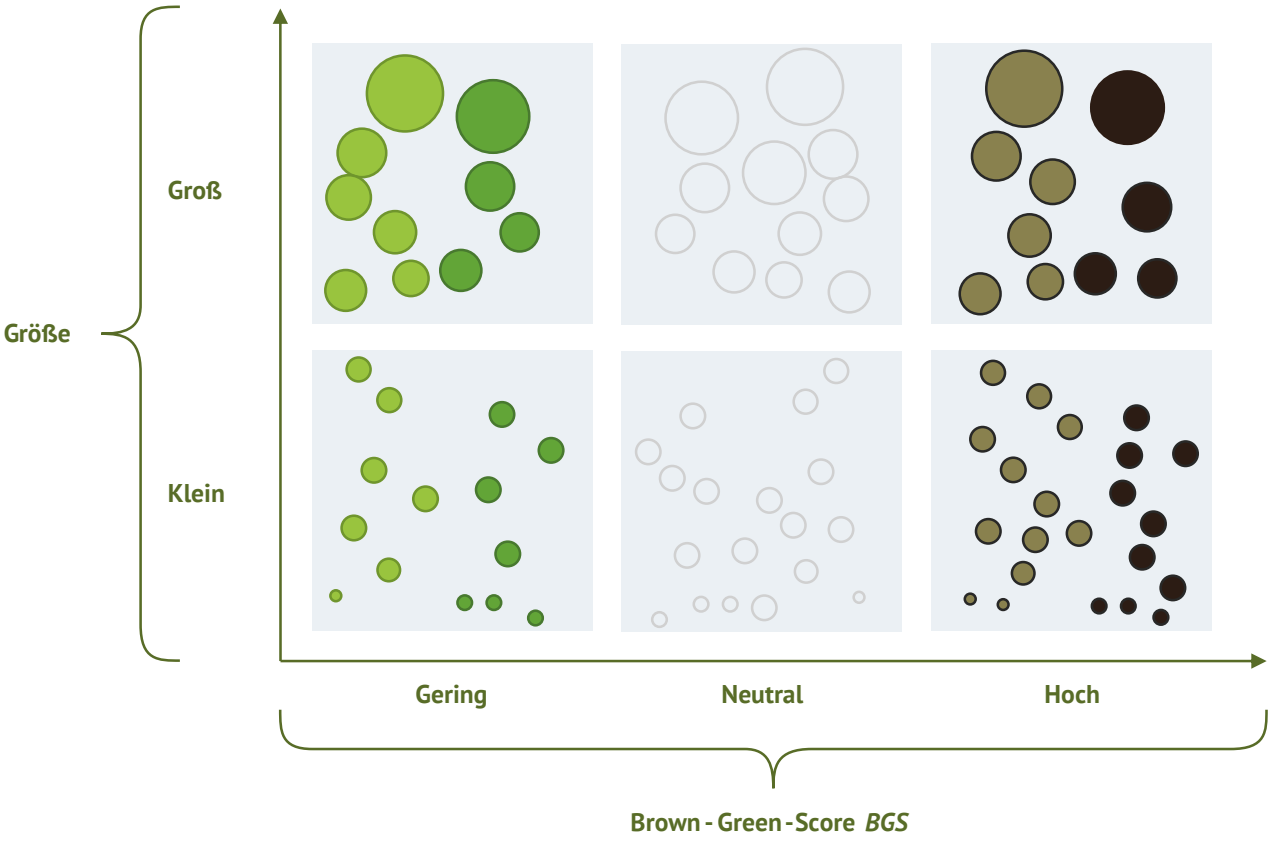
Bei der Bestimmung des Brown-Green-Scores *BGS* kann es trotz Standardisierung einiger Carbon Risiko Proxy Variablen zu einer Verzerrung aufgrund der Größe eines Unternehmens kommen. So ist es denkbar, dass vor allem große Unternehmen umfassendere Informationen über beispielsweise ihre Emissionen liefern können, da deren Erhebung kostspielig ist, aber von Skaleneffekten profitiert. Der Carbon Risiko Faktor *BMG* soll jedoch möglichst unabhängig von der Größe der Unternehmen gebildet sein. Daher wird jedem Unternehmen anhand der Marktkapitalisierung das Merkmal „klein“ oder „groß“ zugeordnet. Die Einteilung erfolgt anhand des Medians.

Bildung der kombinierten Portfolios

Daraus werden nun die Renditen von sechs Portfolios generiert: klein/braun (small/high; SH), groß/braun (big/high; BH), klein/neutral, groß/neutral, klein/grün (small/low; SL) und groß/grün (big/low; BL). Die Abbildung 36 stellt die Vorgehensweise bei der Portfoliobildung anschaulich dar.

Für die Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* werden nur die zwei „grünen“ und die zwei „braunen“ Randportfolios herangezogen. Die beiden „neutralen“ Portfolios werden, wie im Ansatz von Fama und French (1993), nicht weiter berücksichtigt.

Abbildung 36: Portfoliobildung bei der Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG*



Besonderheiten der Portfoliobildung

Aus der unbedingten Einteilung der Unternehmen nach ihrem Brown-Green-Score *BGS* und ihrer Größe folgt, dass die vier verwendeten Portfolios nicht notwendigerweise die gleiche Anzahl von Unternehmen aufweisen. Bei der Faktorkonstruktion sollte deshalb darauf geachtet werden, dass alle vier Portfolios mit hinreichend vielen Unternehmen besetzt sind. Dies ist insbesondere relevant, wenn Faktoren nicht auf der Basis eines globalen Universums mit zahlreichen Unternehmen generiert werden, sondern auf einzelne Regionen mit nur wenigen Unternehmen beschränkt sind.

In Abweichung zum üblichen Vorgehen von Fama und French (1993) findet bei der Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* kein jährliches Rebalancing der Portfolios statt. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da sich der Brown-Green-Score *BGS* im Untersuchungszeitraum bei den meisten Unternehmen nur geringfügig verändert, so dass selbst bei einem jährlichen Rebalancing 95 Prozent aller Unternehmen in dieselben Portfolios eingeteilt werden. Darüber hinaus ergibt sich durch diese Vorgehensweise mehr Konstanz in der Struktur der Faktorrenditen. Und letztlich lässt sich so ein Portfolio auf Basis dieses Faktors auch besser realisieren, da keine Umschichtungen erforderlich sind.

Die Konstruktion des Carbon Risiko Faktors „Brown-Minus-Green“ (*BMG*)

Aus den jeweils über die Marktkapitalisierung wertgewichteten historischen Renditen der beschriebenen vier Randportfolios kann nun der Carbon Risiko Faktor „Brown-Minus-Green“ (*BMG*) gemäß Formel (19) gebildet werden:

$$BMG_t = 0{,}5\ (SH_t + BH_t) - 0{,}5\ (SL_t + BL_t) \qquad (19)$$

Der Carbon Risiko Faktor *BMG* spiegelt damit ein hypothetisches Portfolio wider, das long in „braunen“ und short in „grünen“ Aktien investiert ist. Durch die zuvor beschriebene Berücksichtigung der Marktkapitalisierung wird sichergestellt, dass der Carbon Risiko Faktor *BMG* nicht von Größeneffekten beeinflusst wird. Somit wird nur die Renditedifferenz von fundamental „braunen“ und „grünen“ Unternehmen abgebildet.

Abbildung 37: Monatliche Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG*

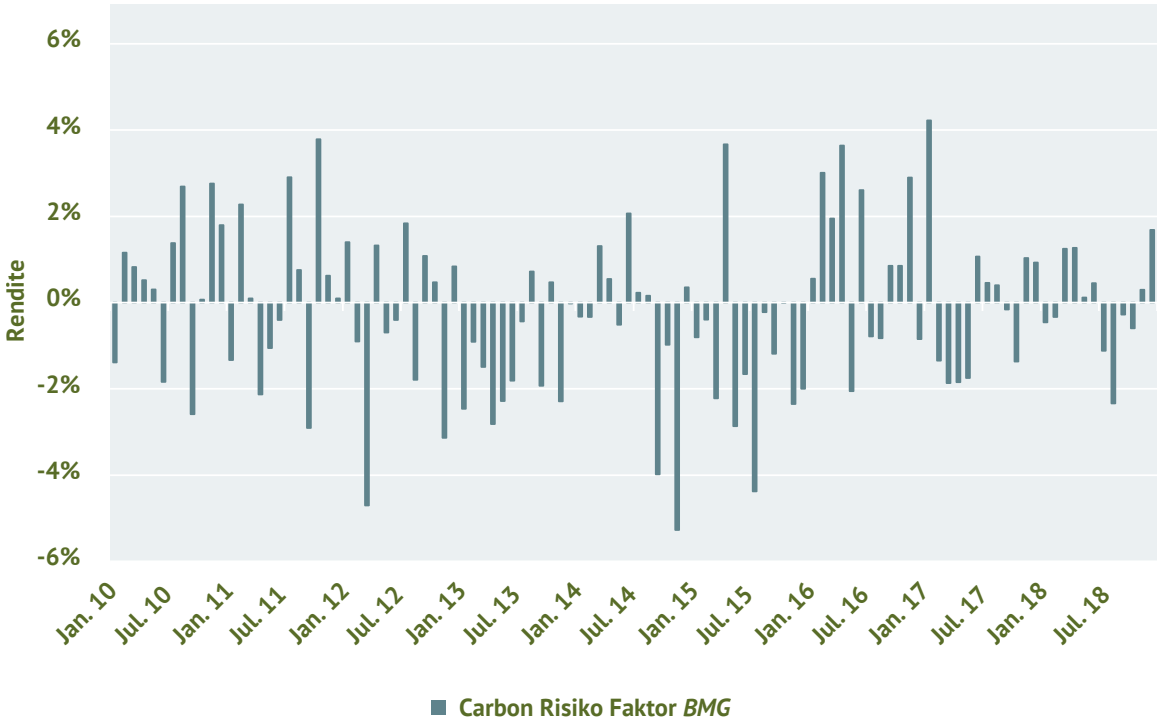
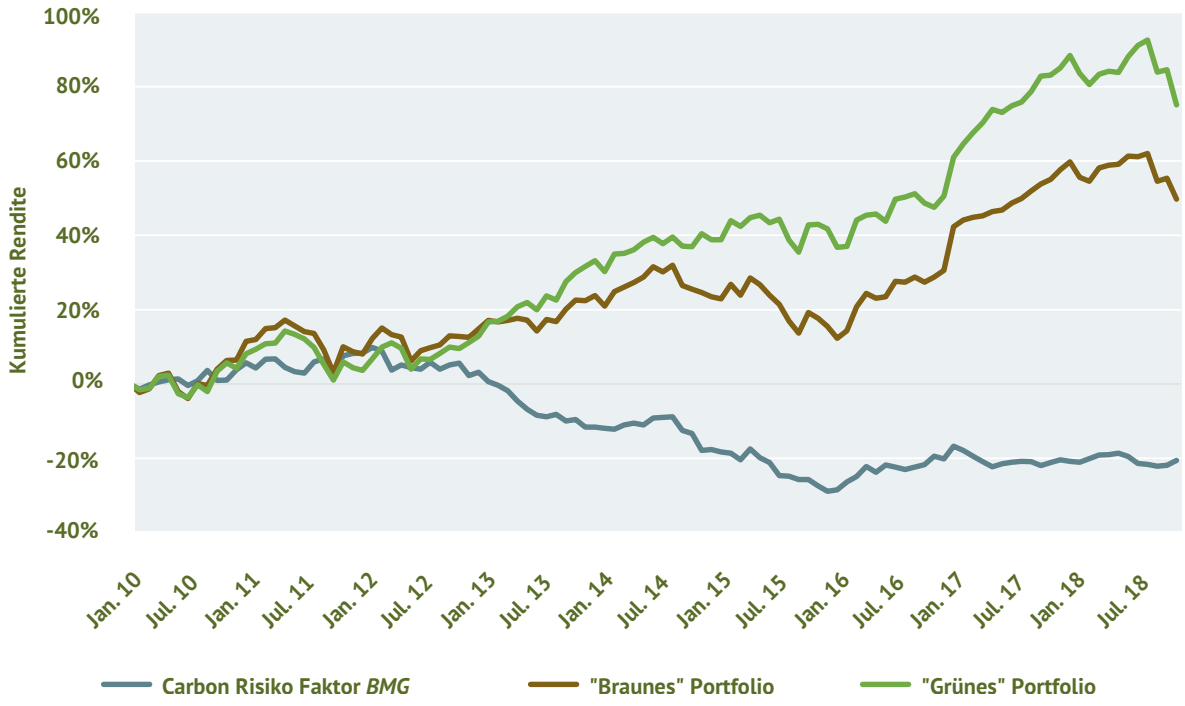


Abbildung 38: Kumulierte Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* und der beiden Portfolios „grün“ und „braun“



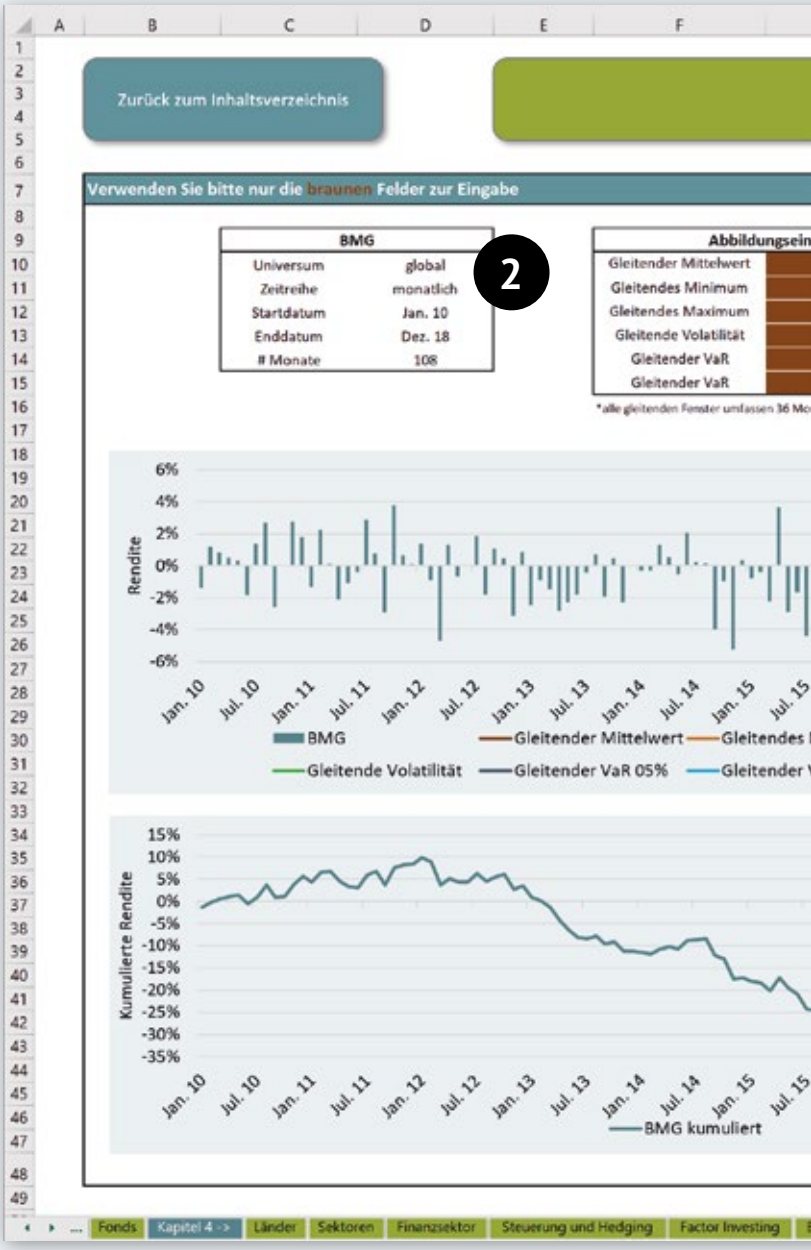
Historische Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Abbildung 37 zeigt die historischen monatlichen Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG*. Auf der Ordinate sind die Renditen des Faktors in Prozent abgetragen, auf der Abszisse ist der Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018 angegeben. Die Renditen aller Unternehmen, die in die Berechnung des Carbon Risiko Faktors *BMG* eingehen, werden in US-Dollar berechnet.

Die kumulierte Rendite des Carbon Risiko Faktors *BMG* ist in den ersten Jahren des Untersuchungszeitraums leicht positiv, reduziert sich bis Ende 2012 aber wieder auf Null. Von 2013 bis Ende 2015 nahm die kumulierte Rendite des Faktors auf insgesamt fast –30% nahezu stetig ab. In diesem Zeitraum hatten „braune“ Unternehmen somit eine deutlich schlechtere Rendite als „grüne“ Unternehmen. In den letzten Jahren des Untersuchungszeitraums zeigt sich hingegen wieder ein geringer Anstieg, so dass der Carbon Risiko Faktor *BMG* insgesamt eine kumulierte Rendite um –20% aufweist. Die durchschnittliche monatliche Rendite des Carbon Risiko Faktors *BMG* ist mit –0,19% leicht negativ. Die Standardabweichung beträgt 1,85%.

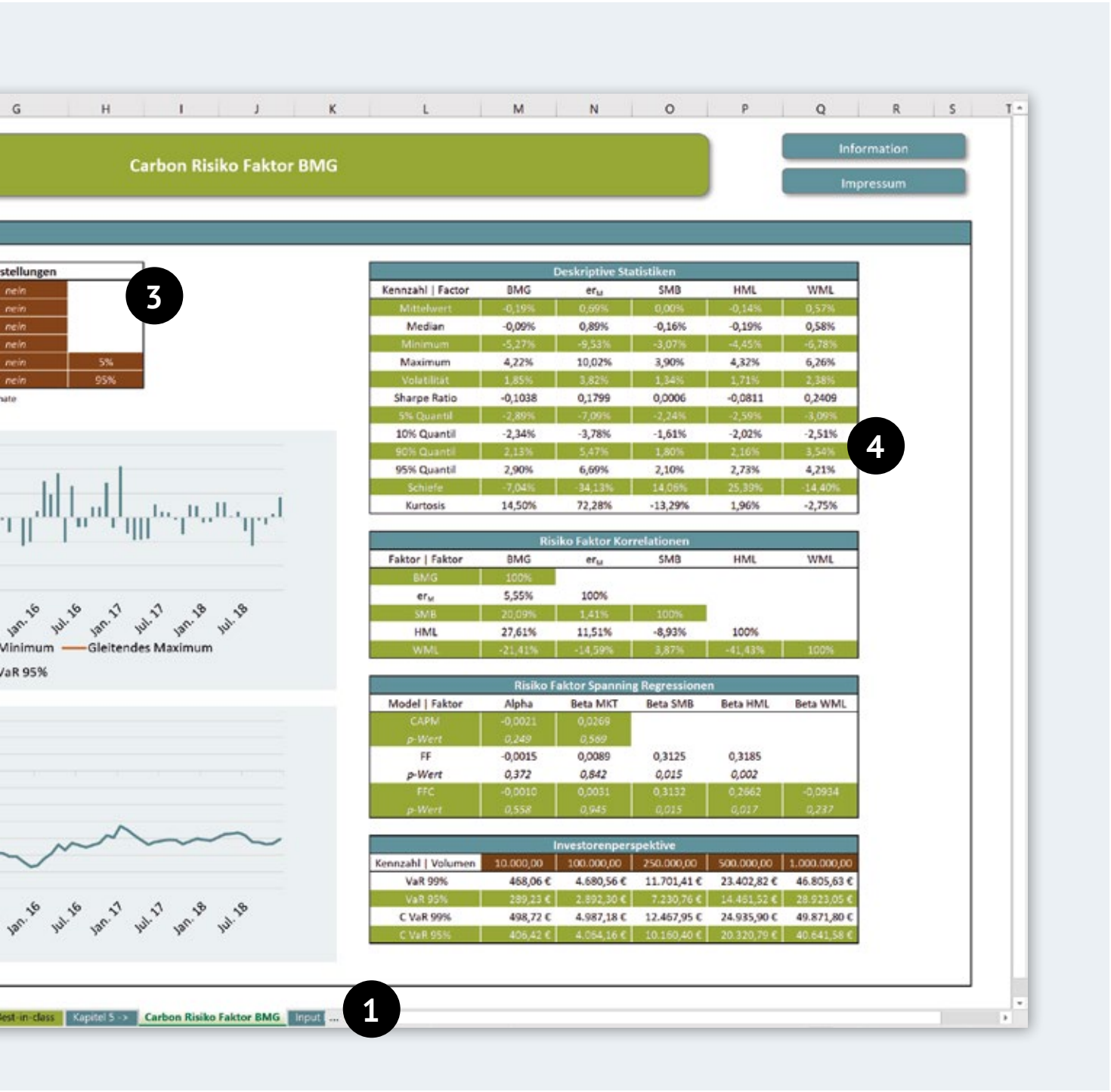


Für den Carbon Risiko Faktor *BMG* gibt es im begleitenden Excel-Tool ein entsprechendes Arbeitsblatt zur beispielhaften Auswertung. Dieses Arbeitsblatt „Carbon Risiko Faktor BMG“ kann entweder über das Inhaltsverzeichnis direkt oder über das Blattregister aufgerufen werden.



1 Die Darstellung des Carbon Risiko Faktors *BMG* findet sich im Arbeitsblatt „Carbon Risiko Faktor BMG“.

2 Es werden zunächst die zentralen Eigenschaften des Carbon Risiko Faktors *BMG* in der Box „*BMG*“ dargestellt. Insgesamt umfasst die Zeitreihe des Carbon Risiko Faktors *BMG* 108 monatlich Rendite im Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2018. Der Faktor wird auf Basis eines globalen Unternehmensuniversums generiert. Die Zeitreihe des Carbon Risiko Faktors *BMG* kann im Arbeitsblatt „BMG“ geändert oder ausgetauscht werden.



3 In der Box „Abbildungseinstellungen“ können verschiedene zusätzliche Statistiken an- und abgewählt werden. Alle Statistiken werden für gleitende 36-Monatsfenster berechnet und in der oberen Grafik dargestellt. Bei dem gleitenden Value-at-Risk können die Wahrscheinlichkeitsniveaus frei bestimmt werden.

4 Die vier Boxen auf der rechten Seite geben zunächst die deskriptiven Statistiken des Carbon Risiko Faktors *BMG* sowie der Faktoren des Carhart Vierfaktorenmodells wieder. Im zweiten Block sind die Korrelationen der Faktoren angegeben. Die Regressionsergebnisse in der dritten Box sind Risikofaktor Spanning Regressionen, bei denen der Carbon Risiko Faktor *BMG* durch die Faktoren des CAPM, des Fama und French Dreifaktorenmodells und des Carhart Vierfaktorenmodells erklärt wird. In der letzten Box werden für verschiedene Volumina der Value-at-Risk und der Conditional Value-at-Risk berechnet

Fortschreibung des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Der Carbon Risiko Faktor *BMG* wird auf der Grundlage des Master-Datensatzes von 2010 bis 2016 wie zuletzt ausführlich beschrieben gebildet. Für die Jahre 2017 und 2018 wird der Faktor fortgeschrieben. Dafür wird die im Zeitraum 2010 bis 2016 ermittelte Zusammensetzung der „braunen" und „grünen" Randportfolios für die folgenden beiden Jahre beibehalten.

Dieses Verfahren ist geeignet, wenn sich die Zusammensetzung der einzelnen Portfolios nicht signifikant verändert. Dies wurde im CARIMA-Konzept mithilfe von Transitionsmatrizen (auch Migrationsmatrizen genannt) überprüft. Es wurde festgestellt, dass im Zeitraum von 2010 bis 2016 über 95 Prozent aller Unternehmen immer denselben Portfolios zugeordnet werden.

Darüber hinaus kann dank einer Teilnachlieferung von Carbon Risiko Proxy Variablen für das Jahr 2017 überprüft werden, ob eine Fortschreibung des Carbon Risiko Faktors *BMG* mit einem von 2010 bis 2017 konstruierten Faktor übereinstimmt. Die entsprechenden deskriptiven Statistiken und eine Korrelation der Faktoren über 97 Prozent deuten darauf hin, dass zumindest für die Jahre 2017 und 2018 eine Fortschreibung des Faktors plausibel ist.

Varianten bei der Faktorkonstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Bei der Konstruktion von Faktoren wird meist der Vorgehensweise von Fama und French (1993) gefolgt. Es ist aber auch möglich, andere Varianten zur Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* in Betracht zu ziehen. Beispielsweise kann der Schwellenwert eines Merkmals zur Einteilung in die Portfolios variiert werden. So könnte das „braune" Portfolio aus Unternehmen bestehen, die gemessen am Brown-Green-Score *BGS* über dem 80%-Quantil liegen. Das „grüne" Portfolio wird demgegenüber aus Unternehmen unterhalb des 20%-Quantils gebildet. Darüber hinaus ist die Berücksichtigung einer weiteren Sortierung anhand der Unternehmensgröße nicht zwingend.

Um sicherzustellen, dass der neu gebildete Faktor nicht bereits durch andere Faktoren erfasst wird, ist es auch möglich, eine orthogonalisierte Variante der Faktoren zu erstellen. Dabei wird die Korrelation zu anderen Faktoren im Faktormodell auf Null gesetzt, ohne aber die dem Faktor zugrundeliegende Varianzstruktur zu verändern. Dies stellt sicher, dass der Faktor auch weiterhin nur die für sich spezifischen Risiken erklärt und keine weiteren systematischen Effekte erfasst.

Analysen hierzu haben gezeigt, dass die ökonomischen Ergebnisse hinsichtlich solcher Varianten bei der Faktorkonstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG* robust sind.

Konstruktion eines länderspezifischen Carbon Risiko Faktors

Alternativ können für spezielle Anwendungen auch länder- und sektorenspezifische Faktoren konstruiert werden. Um einen länderspezifischen Carbon Risiko Faktor zu konstruieren, sind nur die Unternehmen eines bestimmten Landes oder einer bestimmten Region zu berücksichtigen. Dafür werden aus dem Master-Datensatz nur die Unternehmen der gewählten Länder beziehungsweise Regionen herausgezogen. Durch die anschließende Berechnung des Brown-Green-Scores *BGS* und

die Einteilung der Unternehmen in Portfolios, lässt sich leicht ein länderspezifischer Faktor erstellen.

Eine wesentliche Besonderheit dieses länderspezifischen Carbon Risiko Faktors ist es, dass Unternehmen nur in Relation zu Unternehmen aus den jeweiligen gewählten Ländern oder Regionen als „braun“ oder „grün“ klassifiziert werden. Besonders deutlich wird dies an einem vereinfachten Beispiel, bei dem der Brown-Green-Score *BGS* nur aus CO_2-Emissionen besteht. Während beispielsweise bei einem globalen Vergleich ein europäisches Unternehmen als „grün“ bezeichnet wird, wenn es weniger CO_2-Emissionen als der globale Median aufweist, so kann dieses europäische Unternehmen in Europa zu den „braunen“ Unternehmen mit CO_2-Emissionen über dem europäischen Median gehören.

Ist eine solche länder- beziehungsweise regionale Relation des Brown-Green-Scores *BGS* nicht gewünscht, so können alternativ Länderspezifika auch direkt im Scoring Konzept berücksichtigt werden. Dazu wird zunächst in einem globalen Datensatz der Brown-Green-Score *BGS* ermittelt. Anschließend werden bei der Portfolioeinteilung nur Unternehmen der gewünschten Region beziehungsweise des gewünschten Landes berücksichtigt. Das europäische Unternehmen aus dem vorherigen Beispiel wird mit seinen CO_2-Emissionen unterhalb des globalen Medians dann weiterhin als „grün“ eingestuft.

Konstruktion eines sektorenspezifischen Carbon Risiko Faktors

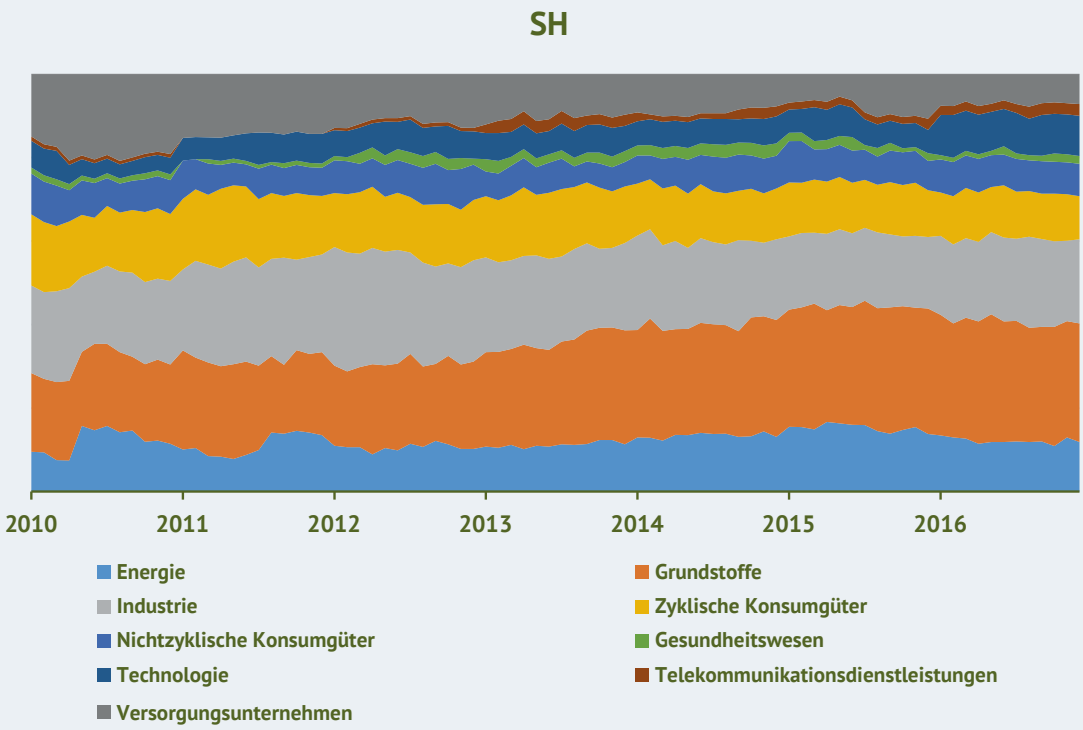
Möchte man stattdessen einen sektorenspezifischen Carbon Risiko Faktor *BMG* konstruieren, so sind verschiedene Verfahren denkbar. Es ist üblich, hier ein dem Best-in-class oder Best-in-Progress Ansatz ähnliches Verfahren anzuwenden. Dabei werden aus dem Master-Datensatz nur Unternehmen des gewünschten Sektors behalten und anschließend der Brown-Green-Score *BGS* ermittelt. Dieser setzt nur Unternehmen eines Sektors in Relation zueinander und klassifiziert sie anschließend als „grün“ (Best-in-class) oder „braun“ (Worst-in-class). Alternativ kann die Einteilung der Unternehmen in die Portfolios anstatt auf historischen Brown-Green-Scores *BGS* auch auf der zeitlichen Entwicklung des Brown-Green-Scores *BGS* erfolgen, um ein dem „Best-in-Progress“ ähnliches Verfahren umzusetzen.

Bei länder- und sektorenspezifischen Varianten eines Carbon Risiko Faktors ist zu beachten, dass auch die Faktoren im Faktormodell mit demselben Fokus konstruiert werden sollten.

Zusammensetzung der Randportfolios

Für die Faktorkonstruktion wurden wie beschrieben die vier Randportfolios auf Basis der Größe und des Brown-Green-Scores *BGS* herangezogen: klein/braun (small/high; SH), groß/braun (big/high; BH), klein/grün (small/low; SL) und groß/grün (big/low; BL). Diese vier Portfolios sind Bestandteil des Carbon Risiko Faktors *BMG*.

Um einen Überblick über die Merkmale dieser vier Randportfolios zu geben, wird im Folgenden ihre Zusammensetzung nach Ländern und Sektoren, CO_2-Emissionen und verschiedenen ESG-Ratings beschrieben.



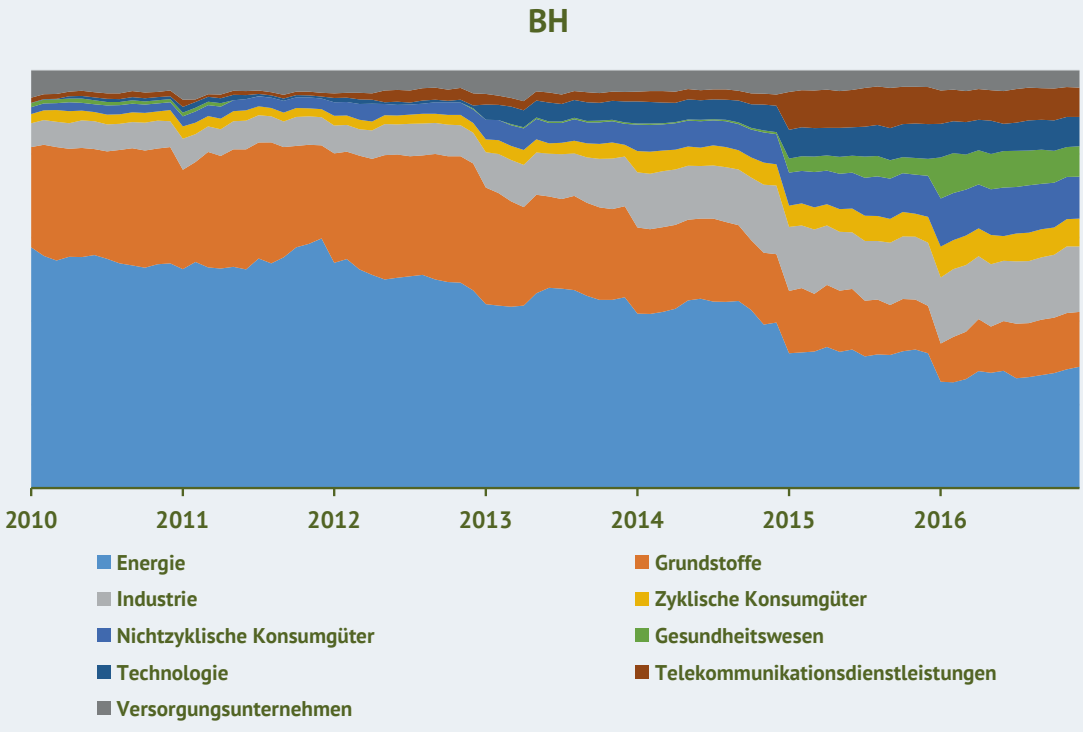
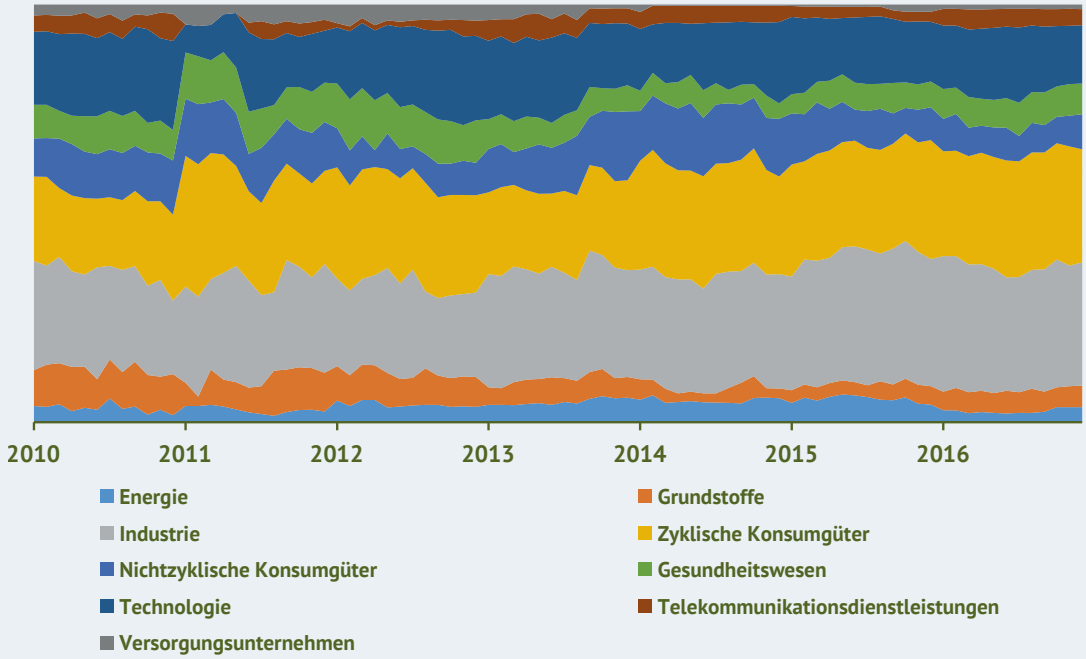
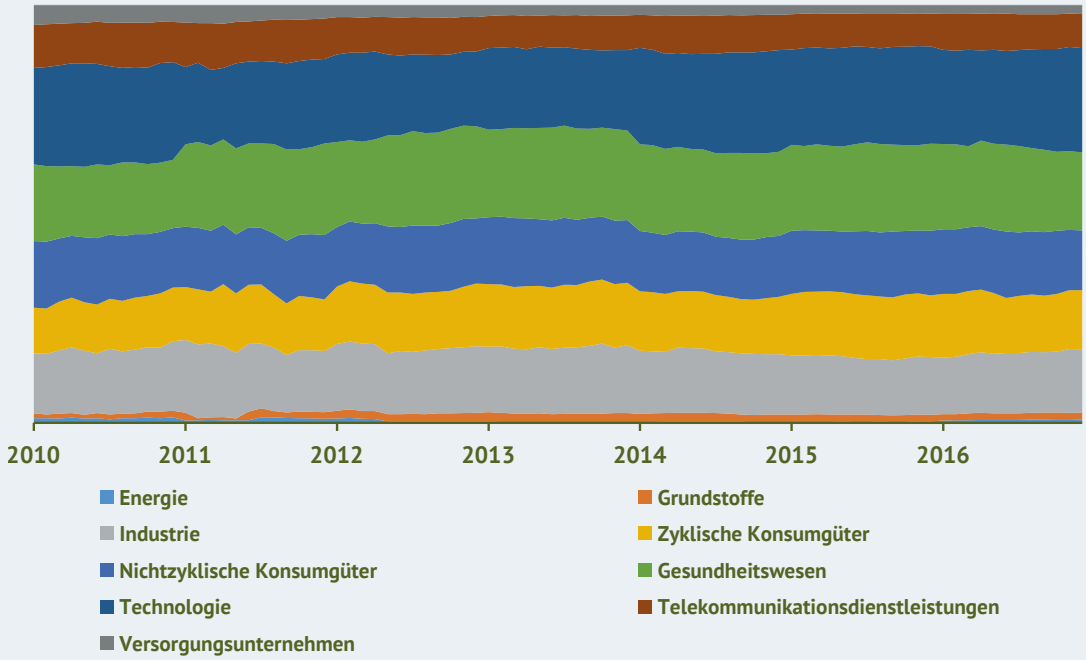


Abbildung 39: Zusammensetzung der vier Randportfolios nach Sektoren

SL


2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
Energie
Grundstoffe
Industrie
Zyklische Konsumgüter
Nichtzyklische Konsumgüter
Gesundheitswesen
Technologie
Telekommunikationsdienstleistungen
Versorgungsunternehmen

BL


2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
Energie
Grundstoffe
Industrie
Zyklische Konsumgüter
Nichtzyklische Konsumgüter
Gesundheitswesen
Technologie
Telekommunikationsdienstleistungen
Versorgungsunternehmen

Zusammensetzung der Randportfolios nach Sektoren und Ländern

In Abbildung 39 ist die wertgewichtete Zusammensetzung der Portfolios nach der Sektorenzugehörigkeit der Unternehmen dargestellt.

Während man grundsätzlich eine gute Durchmischung der Sektoren in allen Portfolios erkennen kann, so lässt sich feststellen, dass die Sektoren „Energie“ und „Grundstoffe“ deutlich stärker in den „braunen“ Portfolios vertreten sind. Demgegenüber sind in den „grünen“ Portfolios deutlich mehr Unternehmen der Sektoren „Technologie“ und „Gesundheitswesen“ vertreten.

Durch diese ungleiche Verteilung der Sektoren in den Portfolios kann es dazu kommen, dass der Carbon Risiko Faktor *BMG* neben dem Carbon Risiko auch die Sensitivität von Unternehmen hinsichtlich der Renditedifferenz dieser Sektoren misst. Sektorenspezifische Effekte auf die Rendite eines Faktors können die Interpretation des Carbon Betas verzerren und müssen daher gesondert analysiert werden.

Dies kann beispielsweise über die Bildung eines reinen Sektorenfaktors überprüft werden, der long in den „braunen“ und short in den „grünen“ Sektoren ist. Sind der Carbon Risiko Faktor *BMG* und der gebildete Sektorenfaktor gering korreliert und zudem nicht in der Lage, sich in einem multivariaten Faktormodell gegenseitig deutlich zu erklären, so kann man annehmen, dass keine sektorenspezifischen Effekte vorhanden sind.

Im Falle des Carbon Risiko Faktors *BMG* sind die Korrelationen zu verschiedenen Varianten von Sektorenfaktoren sehr niedrig und es kann zudem auch kein Sektorenfaktor den Carbon Risiko Faktor *BMG* zu einem signifikanten Anteil erklären. Der Carbon Risiko Faktor *BMG* wird folglich nicht von sektorenspezifischen Effekten getrieben.

Nach der Zusammensetzung der Sektoren innerhalb der vier Randportfolios wird nun eine wertgewichtete Aufteilung der Zusammensetzung der Länder in Abbildung 40 untersucht.

In drei der vier Randportfolios des Carbon Risiko Faktors *BMG* sind Unternehmen aus den USA am stärksten vertreten. Insgesamt sind etwas mehr europäische und japanische Unternehmen in den „grünen“ Portfolios und etwas mehr amerikanische und kanadische Unternehmen in den „braunen“ Portfolios enthalten.

Durch diese ungleiche Verteilung der Länder in den vier Randportfolios kann es dazu kommen, dass der Carbon Risiko Faktor *BMG* neben dem Carbon Risiko auch die Sensitivität von Unternehmen hinsichtlich der Renditedifferenz von Ländern misst. Man verwendet hier ähnlich wie bei den Sektoren Korrelations- und Spanning Tests, um mit einem Länderfaktor auf länderspezifische Effekte zu überprüfen. Beispielsweise kann in allen vier Portfolios die Portfoliorendite nur aus den Leitindizes der zehn am meisten vertretenen Länder gebildet werden. Anschließend werden die jeweils wertgewichteten „grünen“ von den „braunen“ Portfoliorenditen subtrahiert. Diese Renditedifferenz stellt nun einen reinen Länderfaktor dar. Dieser beeinflusst die Rendite des Carbon Risiko Faktors *BMG* nicht signifikant und ist mit ihr auch nicht hoch korreliert.

Es ergibt sich daher aus der unterschiedlichen Verteilung der Länder in den vier Randportfolios keine Verzerrung, auf die bei der Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG*

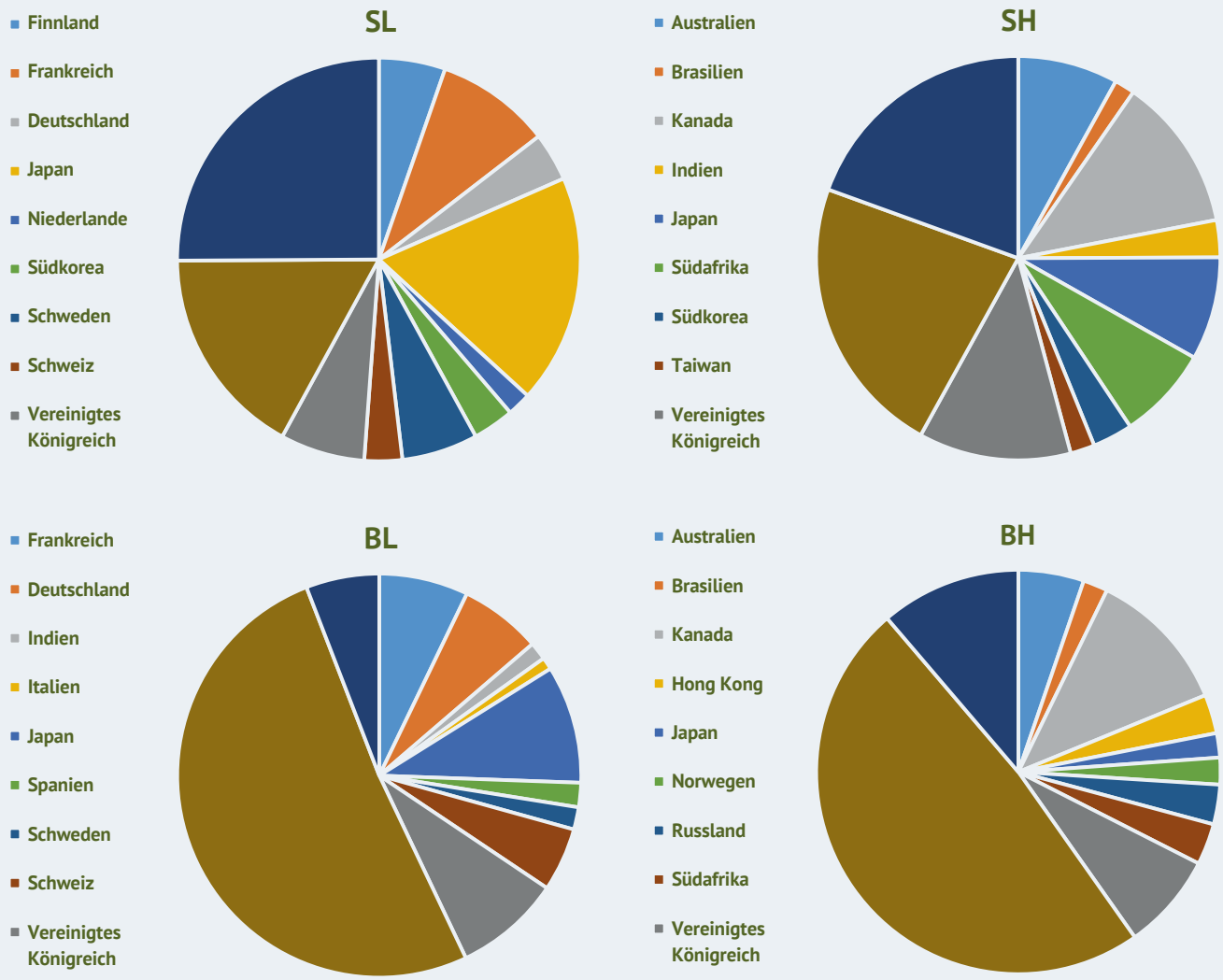


Abbildung 40: Zusammensetzung der vier Randportfolios nach Ländern

oder der Interpretation des Carbon Betas zu achten wäre.

CO_2-Emissionen und Brown-Green-Score *BGS* der Randportfolios

In Abbildung 41 sind die Mittelwerte für den Brown-Green-Score *BGS* der zwei „braunen“ (SH und BH) und der zwei „grünen“ (SL und BL) Portfolios dargestellt. Daneben finden sich für alle Unternehmen in den jeweiligen Portfolios ihre gesamten durchschnittlichen Emissionen sowie einzeln aufgeschlüsselt die Mittelwerte ihrer Scope 1 (direkte Emissionen) und ihrer Scope 2 (indirekte Emissionen aufgrund gekaufter Energie) Emissionen.

In den beiden „grünen“ Portfolios befinden sich Unternehmen mit einem durchschnittlich fast halb so hohen Brown-Green-Score *BGS* als Unternehmen in den „braunen“ Portfolios. Zudem ist deutlich zu erkennen, dass die großen Portfolios mehr CO_2-Emissionen nach Scope 1 und Scope 2 aufweisen als die kleinen Portfolios. Darüber hinaus enthalten die „braunen“ Portfolios wesentlich höhere gesamte CO_2-Emissionen als die „grünen“ Portfolios. Dies ist auch auf die Berechnung des Brown-Green-Scores *BGS* zurückzuführen. Hier werden im ersten Gruppenindikator „Wertschöpfungskette“ (gegenwärtige Emissionen) die Scope 1 und Scope 2 Emissionen eines Unternehmens direkt berücksichtigt.

ESG-Ratings der Randportfolios

Neben dem Brown-Green-Score *BGS* werden die zentralen ESG-Ratings aus den vier verwendeten Datenbanken in den vier Randportfolios verglichen. Konkret wird von MSCI das „IVA Company Rating“, von Thomson Reuters (TR) der „ESG Score“, von Sustainalytics (Sust) der „ESG Score“ und von CDP das „Performance Band“ in Abbildung 42 verwendet.

Betrachtet man nun diese vier ESG-Ratings, so lässt sich bei den ersten drei feststellen, dass die Portfolios SL und BL die höchsten Ausprägungen im Mittelwert aufweisen. Nur bei CDP werden die „braunen“ Portfolios etwas besser eingestuft als die „grünen“ Portfolios.

Abbildung 41: Brown-Green-Score *BGS* und CO_2-Emissionen der vier Randportfolios

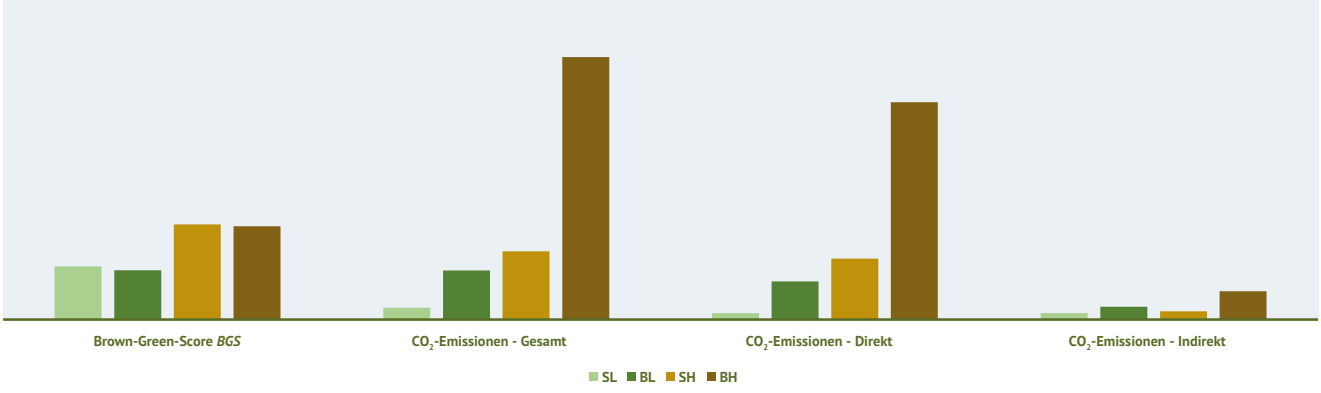


Abbildung 42: Brown-Green-Score *BGS* und verschiedene ESG-Ratings der vier Randportfolios

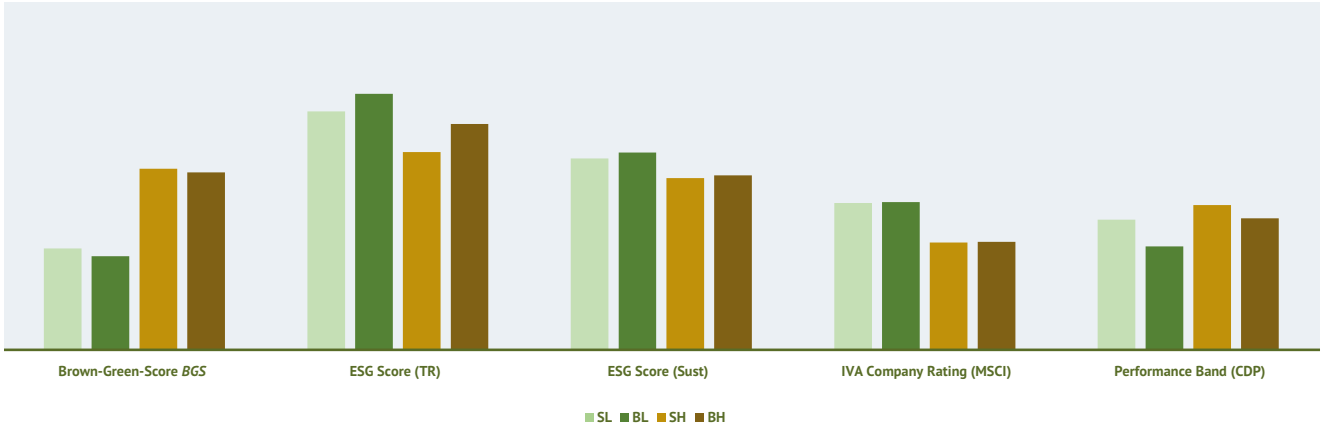
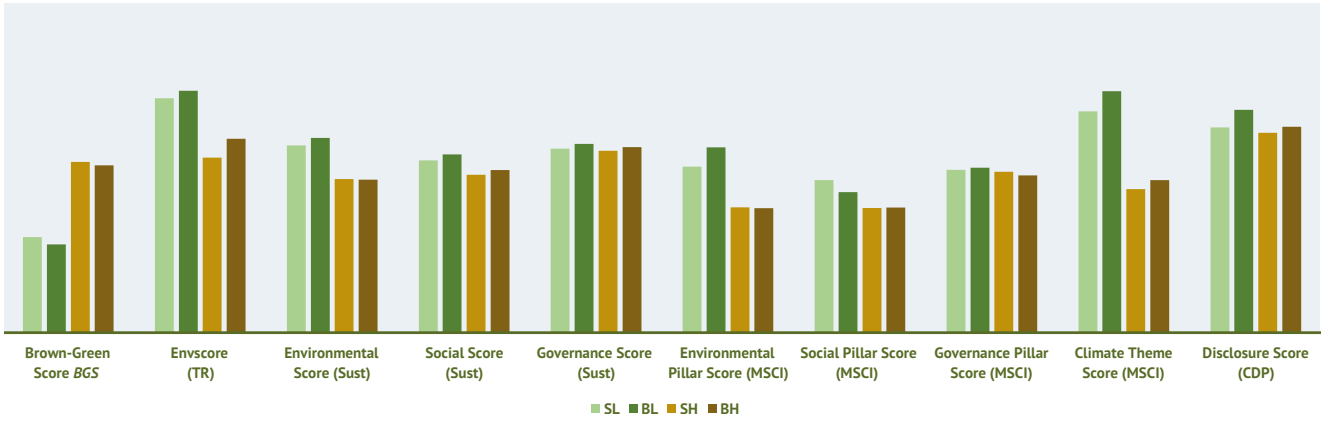


Abbildung 43: Brown-Green-Score *BGS* und verschiedene ESG-Scores der vier Randportfolios



Im Weiteren finden sich in Abbildung 43 weitere Scores der vier Datenbanken, die einen detaillierteren Aufschluss über die ESG-Eigenschaften der vier Portfolios geben können. So lässt sich etwa erkennen, dass die „grünen" Portfolios auch einen deutlich höheren Environmental Score in allen Datenbanken haben. Zudem sind auch die Social und Governance Scores insgesamt betrachtet leicht höher. Es lässt sich ebenfalls feststellen, dass der „Disclosure Score" auf eine vergleichbare Qualität bei der Offenlegung von „grünen" und „braunen" Unternehmen schließen lässt.

Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen, dass die Unternehmen in den vier Randportfolios sich auch hinsichtlich verschiedener ESG-Kriterien unterscheiden. So lässt sich nach den vorherigen Analysen vermuten, dass „grüne" Unternehmen in ESG-Ratings besser abschneiden und in der öffentlichen Wahrnehmung als nachhaltig(er) wahrgenommen werden. Hier kann ein Zusammenhang zum Gruppenindikator „Außenwahrnehmung" (wahrgenommene Emissionen) des Brown-Green-Scores *BGS* hergestellt werden, der darauf abzielt, die Wirkung von Carbon Risiken über diesen Kanal abzubilden. Bei Unternehmen mit hohen ESG-Ratings wird somit in der öffentlichen Wahrnehmung auch ein niedrigeres Carbon Risiko assoziiert.

5.5 Modul D: Empirische Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG*

CARIMA

A. Master-Datensatz

4 Datenbanken
785 ESG-Variablen
10 Kapitalmarktvariablen
~40.000 Unternehmen



~7.000 Unternehmen
~35.000 Unternehmen
~10.000 Unternehmen
~3.000 Unternehmen

B. Scoring Konzept

55 Carbon Risiko Proxy Variablen:
- 19 zur Wertschöpfungskette
- 26 zur Anpassungsfähigkeit
- 10 zur Außenwahrnehmung

GRUPPENINDIKATOREN

WERT-SCHÖPFUNGS-KETTE	ANPASSUNGS-FÄHIGKEIT	AUßEN-WAHR-NEHMUNG
z.B. Carbon Footprint	z.B. Strategie-ziele	z.B. Ratings

Brown-Green-Score *BGS*

C. Carbon Risiko Faktor *BMG*

624 „braune" Unternehmen
484 „grüne" Unternehmen

$$BMG_t = \text{Rendite „brauner" Unternehmen}_t - \text{Rendite „grüner" Unternehmen}_t$$

D. Faktormodell

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t}$$

Carbon Beta
als Maß für das Carbon Risiko

In Modul D des CARIMA-Konzeptes wird der Carbon Risiko Faktor *BMG* verwendet, um das Carbon Beta über ein Faktormodell zu schätzen. Die Vorgehensweise wird bereits ausführlich in Kapitel 2 beschrieben.

In diesem Abschnitt wird daher dem fortgeschrittenen Anwender die empirische Validierung des Carbon Risiko Faktors *BMG* als Grundlage zur Verwendung des Faktors in Faktormodellen vorgestellt. Der Anwender kann diese Validierung anschließend auch für einen eigenen Carbon Risiko Faktor implementieren.

Das Referenzmodell

Wie in Kapitel 2 bereits ausgeführt, wird in diesem Handbuch in der Regel das Carhart (1997) Vierfaktorenmodell als Referenzmodell verwendet. Dieses berücksichtigt neben dem Marktfaktor drei weitere Faktoren: Small-Minus-Big (*SMB*), High-Minus-Low (*HML*) und Winners-Minus-Losers (*WML*). Selbstverständlich können auch andere Faktormodelle beziehungsweise Faktoren verwendet werden. Zu verschiedenen Faktormodellen siehe Infobox 1.

Ermittlung des Carbon Betas

Das um den Carbon Risiko Faktor *BMG* erweiterte Carhart (1997) Modell lautet wie folgt:

$$er_{i,t} = \alpha_i + \beta_i^{mkt} er_{M,t} + \beta_i^{smb} SMB_t + \beta_i^{hml} HML_t + \beta_i^{wml} WML_t + \beta_i^{bmg} BMG_t + \varepsilon_{i,t} \quad (20)$$

Mit:

- $er_{i,t}$ = Rendite der Aktie des Unternehmens i abzüglich Rendite einer risikolosen Anlage in Periode t (Überschussrendite).
- $er_{M,t}$ = Überschussrendite des Marktes in Periode t.
- SMB_t = Rendite des globalen Size-Faktors in Periode t.
- HML_t = Rendite des globalen Value-Faktors in Periode t.
- WML_t = Rendite des globalen Momentum-Faktors in Periode t.
- α_i, β_i^{mkt}, β_i^{smb}, β_i^{hml} und β_i^{wml} = Parameter α_i und β_i^x des Carhart-Modells.
- β_i^{bmg} = Carbon Beta der Aktie des Unternehmens i. Diese Kennzahl dient als zentrales Carbon Risiko-Maß.

Die Faktorladungen β_i^{mkt}, β_i^{smb}, β_i^{hml} und β_i^{wml} sowie das hier zentrale Carbon Risiko-Maß Carbon Beta β_i^{bmg} in Formel (20) ergeben sich über eine multiple lineare Regression, die, wie in Kapitel 2 beschrieben, zum Beispiel mit Excel leicht durchgeführt werden kann. Eine wesentliche Stärke dieses Konzeptes liegt darin, dass zur Bestimmung des Carbon Betas lediglich die historischen Renditezeitreihen der Aktie, der Risikofaktoren sowie des risikolosen Zinssatzes benötigt werden.



Empirische Validität des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Für die Beurteilung, ob der Carbon Risiko Faktor *BMG* geeignet ist, Risiken in den Renditen verschiedener Aktien zu erklären, existiert eine große Bandbreite an Asset-Pricing-Tests.

In diesem Abschnitt werden zentrale Tests hinsichtlich der Validität des Carbon Risiko Faktors *BMG* wiedergegeben. So soll zum einen gezeigt werden, dass der konstruierte Carbon Risiko Faktor *BMG* grundsätzlich geeignet ist, die Rendite von Aktien zu erklären. Darüber hinaus soll gezeigt werden, welche Tests Anwender ebenso durchführen sollten, wenn sie selbst einen eigenen Carbon Risiko Faktor konstruieren möchten.

Die folgenden Analysen beziehen sich auf den ursprünglichen Zeitraum von 2010 bis 2016, in dem für Unternehmen Carbon Risiko Proxy Variablen und der daraus ermittelte Brown-Green-Score *BGS* vorliegen. Dieser Zeitraum wird auch im wissenschaftlichen Paper „Carbon Risk“ (Görgen et al., 2019) für weitere Tests verwendet.

Tabelle 19 zeigt zunächst deskriptive Statistiken des monatlichen Carbon Risiko Faktors *BMG* sowie dessen Korrelationen mit weiteren globalen Risikofaktoren des Referenzmodells.

Die durchschnittliche monatliche Rendite des Carbon Risiko Faktors *BMG* ist mit –0,25% negativ, die Standardabweichung beträgt 1,95%. Die Korrelationen zwischen dem

Faktor	Ø Rendite (%)	Std.-Abw. (%)	t-Stat.	Korrelationen				
				BMG	er_M	*SMB*	*HML*	*WML*
BMG	−0,25	1,95	−1,17	1,00				
er_M	0,76	4,02	1,74	0,09	1,00			
SMB	0,06	1,39	0,37	0,20	−0,02	1,00		
HML	−0,00	1,68	−0,02	0,27	0,19	−0,06	1,00	
WML	0,57	2,53	2,06	−0,24	−0,20	0,00	−0,41	1,00

Tabelle 19: Deskriptive Statistiken und Korrelationen des Carbon Risiko Faktors *BMG*

Faktormodell	Ø Δ adj. R^2 (%)	F-Test zum 5% Signifikanzniveau (%)
(1) CAPM – Fama/French	1,02	11,49
(2) CAPM – CAPM + *BMG*	0,84	12,05
(3) Fama/French – Carhart	0,10	5,98
(4) Fama/French – Fama/French + *BMG*	0,71	11,55
(5) Carhart – Carhart + *BMG*	0,69	11,55

Tabelle 20: Untersuchung der Zunahme des Erklärungsgehalts üblicher Faktormodelle durch Erweiterung um zusätzliche Faktoren

Carbon Risiko Faktor *BMG* und den Markt-, Size, Value- beziehungsweise Momentum-Faktoren sind allesamt relativ gering. Eine geringe Korrelation ist ein erstes Indiz dafür, dass der Carbon Risiko Faktor *BMG* nicht von einem anderen Risikofaktor vollständig abgebildet werden kann. Eine Voraussetzung für die Relevanz des Carbon Risiko Faktors *BMG* ist es, dass dieser in der Lage ist, die Aussagekraft existierender Faktormodelle zu erhöhen. Durch zahlreiche Untersuchungen im Paper „Carbon Risk“ (Görgen et al., 2019) konnte dies bestätigt werden. Einige dieser zentralen Tests werden im Weiteren wiedergegeben und die Ergebnisse erläutert.

Vergleich üblicher Faktormodelle

Die erste Analyse stellt einen Vergleich üblicher Faktormodelle dar. Es werden die Ergebnisse von Faktormodellen mit und ohne den Carbon Risiko Faktor *BMG* verglichen. Dazu wird für rund 38.000 globale Unternehmen Formel (20) geschätzt. So erhält man für jedes Unternehmen Faktor-Betas und Kennzahlen zur Güte der Regression, wie etwa das adjustierte Bestimmtheitsmaß. Tabelle 20 zeigt aggregiert die Ergebnisse der Regressionen.

In den ersten beiden Zeilen wird verglichen, wie sich die Aussagekraft des CAPM-Modells (Sharpe, 1964; Lintner 1965; Mossin, 1966) verändert, wenn (1) die Faktoren *SMB* und *HML* gegenüber (2) dem Carbon Risiko Faktor *BMG* hinzugefügt werden. Die durchschnittliche Zunahme des Modells (1) gegenüber dem *CAPM* im adjustierten Bestimmtheitsmaß beträgt 1,02 Prozentpunkte. Dieser Anstieg ist für 11,49% der Unternehmen in der Stichprobe signifikant. Im Vergleich dazu erhöht in Modell (2) der Carbon Risiko Faktor *BMG* allein das adjustierte Bestimmtheitsmaß um 0,84 Prozentpunkte und ist zudem bei 12,05% der einzelnen Regressionen signifikant.

Die folgenden beiden Zeilen verdeutlichen, inwieweit (3) der Carhart (1997) Momentum-Faktor gegenüber (4) dem Carbon Risiko Faktor *BMG* die Aussagekraft des Fama- und French (1993) Modells verändert. Der Carbon Risiko Faktor *BMG* erhöht das adjustierte Bestimmtheitsmaß um das Siebenfache im Vergleich zum Momentum-Faktor *WML*.

Schließlich liefert die letzte Zeile einen weiteren Beleg dafür, dass der Carbon Risiko Faktor *BMG* die Aussagekraft von üblichen Faktormodellen erhöhen kann. Die Erweiterung

		t-Test der Signifikanz von Koeffizienten					
		10% Niveau		5% Niveau		1% Niveau	
	Ø Koeffizient	N	%	N	%	N	%
er_M	0,935	24.627	65,30	21.587	57,24	15.957	42,31
SMB	0,674	7.113	18,86	4.420	11,72	1.475	3,91
HML	−0,011	4.652	12,34	2.590	6,87	685	1,82
WML	−0,023	4.312	11,43	2.381	6,31	586	1,55
BMG	0,190	6.824	18,09	4.493	11,91	1.892	5,02

Tabelle 21: Signifikanzuntersuchungen für Faktorbetas im Carhart + *BMG*-Faktormodell

des Carhart Vierfaktorenmodells um den Carbon Risiko Faktor *BMG* (5) führt hier zu einem Anstieg des adjustierten Bestimmtheitsmaßes um 0,69 Prozentpunkte.

Um detailliert beurteilen zu können, welche der Faktoren für den Anstieg des adjustierten Bestimmtheitsmaßes im Wesentlichen verantwortlich sind, werden in Tabelle 21 zusätzlich die Faktor-Betas analysiert. Dazu wird die Anzahl der signifikanten Betas der fünf Faktoren im Carhart + *BMG*-Modell ermittelt.

Basierend auf zweiseitigen t-Tests weisen 4.493 Unternehmen (11,91%) ein signifikantes Carbon Beta für ein Signifikanzniveau von 5% auf. Dies ist vergleichbar mit der Anzahl der signifikanten *SMB*-Betas (4.420) und zugleich höher als die Anzahl der signifikanten *HML*-Betas (2.590) und *WML*-Betas (2.381).

Insgesamt schneidet der Carbon Risiko Faktor *BMG* im Vergleich zu den anderen üblichen Faktoren gut ab, was nochmals seine Bedeutung für die Erklärung globaler Aktienrenditen unterstreicht.

Die Eignung des Carbon Risiko Faktors *BMG* als Faktor generell und zur Quantifizierung von Carbon Risiko im Besonderen wird darüber hinaus durch eine große Bandbreite weiterer Asset-Pricing-Tests bekräftigt, die in dem Paper „Carbon Risk“ (Görgen et al., 2019) aufgeführt sind.

CARIMA

6

Ausblick



6 Ausblick

Der Fokus von CARIMA liegt auf der Entwicklung und Evaluierung der Methodik zur Quantifizierung von Carbon Risiken über den Carbon Risiko Faktor *BMG* und der Carbon Betas sowie der beispielhaften Anwendungen des Konzeptes auf verschiedene Anlageklassen und Portfolios. Ebenso werden Ansatzpunkte zum Management und Reporting der Carbon Risiken entwickelt und aufgezeigt.

Bessere Integration der Finanzwirtschaft in den Transitionsprozess der Wirtschaft notwendig

CARIMA ist ein erster Beitrag, die Finanzwirtschaft beim Transitionsprozess der Wirtschaft hin zur Green Economy zu unterstützen. In diesem Sinne ergibt sich für die Zukunft noch eine Vielzahl von Anknüpfungspunkten in Forschung und Praxis.

Während der Durchführung von CARIMA und der Erarbeitung der Inhalte des CARIMA-Konzeptes wurde immer wieder deutlich, dass die Rolle der Finanzwirtschaft im Transitionsprozess der Wirtschaft noch weiter zu konkretisieren ist. In diesem Sinne ergibt sich ausgehend von CARIMA eine Vielzahl möglicher Anknüpfungspunkte, um die Finanzwirtschaft bei einer erfolgreichen Umsetzung des Transitionsprozesses zu unterstützen und in gesellschaftlicher Hinsicht zugleich „zu nutzen".

So könnte auf die wesentlichen Erkenntnisse von CARIMA aufgebaut und das CARIMA-Konzept zur Messung von Carbon Risiken auf weitere Finanzinstrumente des Kapitalmarktes übertragen werden.

Darüber hinaus sollten dem Asset Management weitere Werkzeuge an die Hand gegeben werden, um das Carbon Risiko in direkter Verbindung mit den Financed Emissions integrativ steuern zu können. Financed Emissions nehmen eine zunehmend wichtigere Rolle ein, da sie letztendlich ausschlaggebend für die Erreichung des 2°C-Ziels sind.

Einfluss von Carbon Risiken und Financed Emissions auf die erwartete Rendite von Aktien und anderen Finanztiteln unklar

Die Frage nach dem Zusammenhang von Carbon Risiken beziehungsweise Financed Emissions und den zu erwartenden Renditen von Aktien und anderen Finanztiteln ist nicht nur in wissenschaftlicher Hinsicht, sondern auch für viele Überlegungen und Anwendungen im Bereich der Geldanlage und Vermögensverwaltung sehr grundlegend.

Es gibt zwar eine Vielzahl von Studien, die ex-post-Renditen von nachhaltigen versus nicht-nachhaltigen Aktien vergleichen, jedoch lassen sich daraus die zukünftig erwarteten Renditen für Aktien und andere Finanztitel in Abhängigkeit von ihren Carbon Risiken beziehungsweise Financed Emissions nur schwer ableiten. Ein Grund dafür ist, dass der verfügbare Zeithorizont für die ex-post-Studien noch recht kurz ist, sodass potentielle Risikoprämien nicht von unerwarteten Renditen zu unterscheiden sind.

Betrachtet man die Dynamik der Entwicklung einer nachhaltigen Wirtschaft, so ist es aber nicht abwegig davon auszugehen, dass zumindest ein Teil dieser Dynamik nicht erwartet wurde und daher die über die letzten zehn Jahre tendenziell sinkenden Kurse von „braunen"



Aktien entsprechende Anpassungen an diese neuen Erwartungen waren – und eben keine Risikoprämien, deren Eintreten man auch für die Zukunft tendenziell fortschreiben könnte.

Eine umfassende Forschung zur Klärung dieses Zusammenhangs könnte die Akzeptanz und Transparenz von grünen Finanzprodukten bei den Finanzmarktteilnehmern erhöhen und damit zur „Mainstreaming Sustainable Finance"-Debatte einen wichtigen Beitrag leisten.

Diese Zusammenhänge sind darüber hinaus von großer Bedeutung bei der laufenden Überarbeitung der MiFID II Richtlinie mit dem Ziel, Nachhaltigkeit in den Anlageberatungsprozess zu integrieren. In diesem Zusammenhang ist es vor allem für Investoren, Banken und Anlageberater von wesentlicher Bedeutung, ein Verständnis der Zusammenhänge zwischen Carbon Risiken, Financed Emissions und erwarteten Renditen von Finanztiteln zu erhalten.

Integrative Betrachtung von Carbon Risiken und Financed Emissions im Asset Management

Aufbauend auf den Erkenntnissen bezüglich des Zusammenhangs von Carbon Risiken, Financed Emissions und erwarteten Renditen von Finanztiteln sollten Konzepte für die Integration von Carbon Risiken und Financed Emissions in das Asset Management entwickelt werden. Hierbei ist von besonderem Interesse, wie das Asset Management Carbon Risiken, Financed Emissions und möglicherweise auch weitere ESG-Kriterien im Sinne der Sustainable Development Goals (SDGs) in der Portfoliostrukturierung optimal berücksichtigen kann. Aktuell werden diese Betrachtungsebenen – wenn überhaupt –separat voneinander behandelt.

Evaluierung von Carbon Risiken und Financed Emissions in derivativen Finanzinstrumenten

Weiterer Forschungsbedarf wurde mit Blick auf derivative Finanzinstrumente identifiziert. Finanzderivate sind wesentliche Finanzinstrumente an den Kapitalmärkten, die unter anderem zur Risikosteuerung im Asset Management und in Unternehmen dienen. Sie werden nicht nur von Vermögensverwaltern und privaten Anlegern, sondern auch von Finanzinstituten und Unternehmen im nicht-finanziellen Sektor genutzt.

Die Besonderheit derivativer Finanzinstrumente liegt darin, dass sie selbst in der Regel keine Unternehmen und daher per se auch keine CO_2-Emissionen finanzieren. Sie sind aber dennoch von Carbon Risiken betroffen, denn die Bewertung von Finanzderivaten erfolgt über die Addition der Werte des Replikationsportfolios, die wiederum direkt Carbon Risiken ausgesetzt sein können.

Dieses Prinzip kann auch zur Bestimmung des Carbon Betas derivativer Finanzinstrumente herangezogen werden, indem die Carbon Risiken der Komponenten des Replikationsportfolios auf das Finanzinstrument übertragen werden. Das CARIMA-Konzept eignet sich hierfür hervorragend, denn die Carbon Betas sind wie gezeigt additiv. Die Entwicklung und Evaluierung derartiger Ansätze unterstützt das Hedging mithilfe derivativer Finanzinstrumente und damit die Steuerung von Carbon Risiken und Financed Emissions in Unternehmen und im Asset Management.

Fazit

Die genannten Fragestellungen schließen direkt an CARIMA an, nutzen hieraus gewonnene zentrale Erkenntnisse und bauen darüber hinaus auf konkreten quantitativen Ergebnissen auf. Mit einer anschließenden Bearbeitung der aufgeworfenen Fragen können nicht nur Lücken in der wissenschaftlichen und angewandten Forschung geschlossen werden, sondern es wird auch die Finanzierung des Transitionsprozesses der Wirtschaft mit Blick auf das 2°C-Ziel und gegebenenfalls der Erfüllung weiterer SDGs unterstützt.



7

Anhang

Literaturverzeichnis

Kapitel 1

BMU (2016) Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.

Carbon Tracker Initiative (2011) Unburnable Carbon – Are the world's financial markets carrying a carbon bubble?

Europäische Kommission (2018) In-depth Analysis in Support of the Commission Communication COM(2018) 773. A Clean Planet for all – A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. Brussels, November 2018.

IPCC (2014a) Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC (2014b): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

IPCC (2018) Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

Luderer, G., Vrontisi, Z., Bertram, C., Edelenbosch, O. Y., Pietzcker, R. C., Rogelj, J., ... & Fujimori, S. (2018). Residual fossil CO_2 emissions in 1.5–2°C pathways. Nature Climate Change, 8 (7), 626-633.

McGlade, Ch., Ekins, P. (2015) The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C. Nature 517, 187-190.

Mercure, J.-F., Pollitt, H., Viñuales, J. E., Edwards, N. R., Holden, P. B., Chewpreecha, U., Salas, P., Sognnaes, I., Lam, A., Knobloch, F. (2018) Macroeconomic impact of stranded fossil fuel assets. Nature Climate Change 8, 588-593.

Rogelj, J., den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., Winkler, H., Schaeffler, R., Sha, F., Riahi, K., Meinshausen, M. (2016) Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2°C. Nature 534, 631-639.

S&P Dow Jones Indices (2018) S&P Global 1200 Carbon Efficient Select Index Series Methodology. August 2018.

United Nations Environment Programme (2018) Emissions Gap Report 2018.

Vereinte Nationen (2015) Paris Agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

World Federation of Exchanges (2019) Monthly Report December 2018. Equity – Domestic Market Capitalization.

Kapitel 2

Carhart, M. M. (1997) On persistence in mutual fund performance. The Journal of Finance, 52 (1), 57–82.

Fama, E. F., French, K. R. (1993) Common risk factors in the returns on stocks and bonds. Journal of Financial Economics, 33 (1), 3–56.

Fama, E. F., French, K. R. (2015) A five-factor asset pricing model. Journal of Financial Economics, 116 (1), 1-22.

Fama, E. F., French, K. R. (2018) Choosing factors. Journal of Financial Economics, 128 (2), 234-252.

Feng, G., Giglio, S., Xiu, D. (2019) Taming the factor zoo: A test of new factors. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 25481.

Jegadeesh, N., Titman, S. (1993) Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. The Journal of Finance, 48 (1), 65-91.

Harvey, C. R., Liu, Y., Zhu, H. (2016) ... and the cross-section of expected returns. The Review of Financial Studies, 29 (1), 5-68.

Hou, K., Xue, C., Zhang, L. (2015) Digesting anomalies: An investment approach. The Review of Financial Studies, 28 (3), 650-705.

Hou, K., Haitao, M., Xue, C., Zhang, L. (2019) q5. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 24709.

Lintner, J. (1965) Security prices, risk, and maximal gains from diversification. The Journal of Finance, 20, 587–615.

Mossin, J. (1966) Equilibrium in a capital asset market. Econometrica, 34, 768–83.

Sharpe, W. F. (1964) Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. The Journal of Finance, 19, 425–42.

Kapitel 3

Black, F., Scholes, M. (1973) The pricing of options and corporate liabilities. Journal of Political Economy, 81 (3), 637-654.

Carhart, M. M. (1997) On persistence in mutual fund performance. The Journal of Finance, 52 (1), 57–82.

Elton, E. J., Gruber, M. J., Blake, C. R. (1995) Fundamental economic variables, expected returns, and bond fund performance. The Journal of Finance, 50 (4), 1229-1256.

Fama, E. F., French, K. R. (1993) Common risk factors in the returns on stocks and bonds. Journal of Financial Economics, 33 (1), 3–56.

Jones, E. P., Mason, S. P., Rosenfeld, E. (1984) Contingent claims analysis of corporate capital structures: An empirical investigation. The Journal of Finance, 39 (3), 611-625.

Klein, R. F., Chow, V. K. (2013) Orthogonalized factors and systematic risk decomposition. The Quarterly Review of Economics and Finance, 53 (2), 175-187.

Merton, R. C. (1974) On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates. The Journal of Finance, 29 (2), 449-470.

Kapitel 4

2° Investing Initiative (2013) From Financed Emissions To Long-Term Investing Metrics – State-of-the-art Review Of GHG Emissions Accounting For The Financial Sector. Short Version (July 2013).

Climate Action Tracker (2018) Warming Projections Global Update. Some progress since Paris, but not enough, as governments amble towards 3°C of warming. December 2018.

Europäische Kommission (2014): Richtlinie 2014/95/EU des Europäischen Parlaments und des Rates.

Europäische Kommission (2019): Report on Climate-related disclosures. Technical Expert Group on Sustainable Finance. January 2019.

Görgen, M., Jacob, A., Nerlinger, M., Riordan, R., Rohleder, M., Wilkens, M. (2019) Carbon Risk. Working Paper. Verfügbar unter: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2930897

Invesco (2018) Invesco Global Factor Investing Study 2018.

Lucas-Leclin, V., Dupré, S., Hassan, F., Weber, C. (2015) Carbon Intensity ≠ Carbon Risk Exposure. Discussion Paper - November 2015.

MSCI (2017) MSCI Factor ESG Target Series Indexes Methodology. November 2017.

Shakdwipee, M., Lee, L.E. (2016) Filling the Blanks: Comparing Carbon Estimates Against Disclosures. MSCI ESG Research Issue Brief. July 2016.

Refinitiv (n.a.) Thomson Reuters ESG Carbon Data and Estimate Models.

S&P Dow Jones Indices (2019) Dow Jones Sustainability Indices Methodology. April 2019.

Sustainalytics (2018) GHG Emissions Research Methodology Summary. January 2018.

TCFD (2017) Implementing the Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. June 2017.

Kapitel 5

Carhart, M. M. (1997) On persistence in mutual fund performance. The Journal of Finance, 52 (1), 57–82.

Busch, T., Johnson, M., Pioch, T., Kopp, M. (2018) Consistency of Corporate Carbon Emission Data. University of Hamburg / WWF Deutschland, Hamburg.

Dixon, W. J. (1950) Analysis of extreme values. The Annals of Mathematical Statistics, 21 (4), 488-506.

Fama, E. F., French, K. R. (1993) Common risk factors in the returns on stocks and bonds. Journal of Financial Economics, 33 (1), 3–56.

Görgen, M., Jacob, A., Nerlinger, M., Riordan, R., Rohleder, M., Wilkens, M. (2019) Carbon Risk. Working Paper. Verfügbar unter: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2930897

Grubbs, F. E. (1969) Procedures for Detecting Observations in Samples. Technometrics, 11 (1), 1-21.

Lintner, J. (1965) Security prices, risk, and maximal gains from diversification. The Journal of Finance, 20, 587–615.

Mossin, J. (1966) Equilibrium in a capital asset market. Econometrica, 34, 768–83.

Sharpe, W. F. (1964) Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. The Journal of Finance, 19, 425–42.

Walsh, J. E. (1950) Some nonparametric tests of whether the largest observation of a set are too large or too small. The Annals of Mathematical Statistics, 21 (4), 583-592.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Module des CARIMA-Konzeptes	14
Abbildung 2	Carbon Betas einzelner Aktien	29
Abbildung 3	Monatliche Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* (2010-2018)	34
Abbildung 4	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Inhaltsverzeichnis“	46
Abbildung 5	Excel-Tool – Arbeitsblatt „BMG“	48
Abbildung 6	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Risikofaktoren“	49
Abbildung 7	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Asset Renditen”	50
Abbildung 8	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“	52
Abbildung 9	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Auswahlboxen	54
Abbildung 10	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Carbon Betas von Aktien	58
Abbildung 11	Kumulierte Rendite und rollierendes Carbon Beta von BHP Billiton im Zeitablauf	62
Abbildung 12	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“	68
Abbildung 13	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Auswahlboxen	70
Abbildung 14	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Carbon Betas von Anleihen	73
Abbildung 15	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“	84
Abbildung 16	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Auswahlboxen	87
Abbildung 17	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Carbon Betas des Portfolios bei Auswahl variabler Gewichte	91
Abbildung 18	Carbon Betas verschiedener Beispiel-Portfolios	92
Abbildung 19	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Fonds“	96
Abbildung 20	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Fonds“ – Auswahlboxen	98
Abbildung 21	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Fonds“ – Carbon Betas von Fonds	99
Abbildung 22	Carbon Betas verschiedener Beispiel-Fonds	100
Abbildung 23	Box-Whisker-Plot und Dichtefunktion der Normalverteilung	105
Abbildung 24	Carbon Beta auf Länderebene	106
Abbildung 25	Box-Whisker-Plots der Carbon Betas einzelner Sektoren	107
Abbildung 26	Carbon Betas des Finanzsektors auf Länderebene	113

Abbildung 27	Renditen und Carbon Betas des abgesicherten Portfolios und seiner Bestandteile	118
Abbildung 28	Renditen und Carbon Betas des „grünen“ Portfolios und seiner Bestandteile	119
Abbildung 29	Best-in-class Ansatz über elf Sektoren	123
Abbildung 30	Das Carbon Beta im Factor Investing	129
Abbildung 31	Entwicklung der Werte eines Portfolios mit einem Carbon Beta von 1	138
Abbildung 32	Entwicklung der Werte eines Portfolios mit einem Carbon Beta von 1 bei einer verdoppelten Volatilität des Carbon Risiko Faktors *BMG*	139
Abbildung 33	Entwicklung der Werte eines Portfolios mit einem Carbon Beta von 1,2	140
Abbildung 34	Carbon Betas und Financed Emissions im Reporting	148
Abbildung 35	Zuordnung der Carbon Risiko Proxy Variablen zu den Gruppenindikatoren	164
Abbildung 36	Portfoliobildung bei der Konstruktion des Carbon Risiko Faktors *BMG*	170
Abbildung 37	Monatliche Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG*	171
Abbildung 38	Kumulierte Renditen des Carbon Risiko Faktors *BMG* und der beiden Portfolios „grün“ und „braun“	172
Abbildung 39	Zusammensetzung der vier Randportfolios nach Sektoren	178
Abbildung 40	Zusammensetzung der vier Randportfolios nach Ländern	181
Abbildung 41	Brown-Green-Score *BGS* und CO_2-Emissionen der vier Randportfolios	182
Abbildung 42	Brown-Green-Score *BGS* und verschiedene ESG-Ratings der vier Randportfolios	183
Abbildung 43	Brown-Green-Score *BGS* und verschiedene ESG-Scores der vier Randportfolios	183

Tabellenverzeichnis

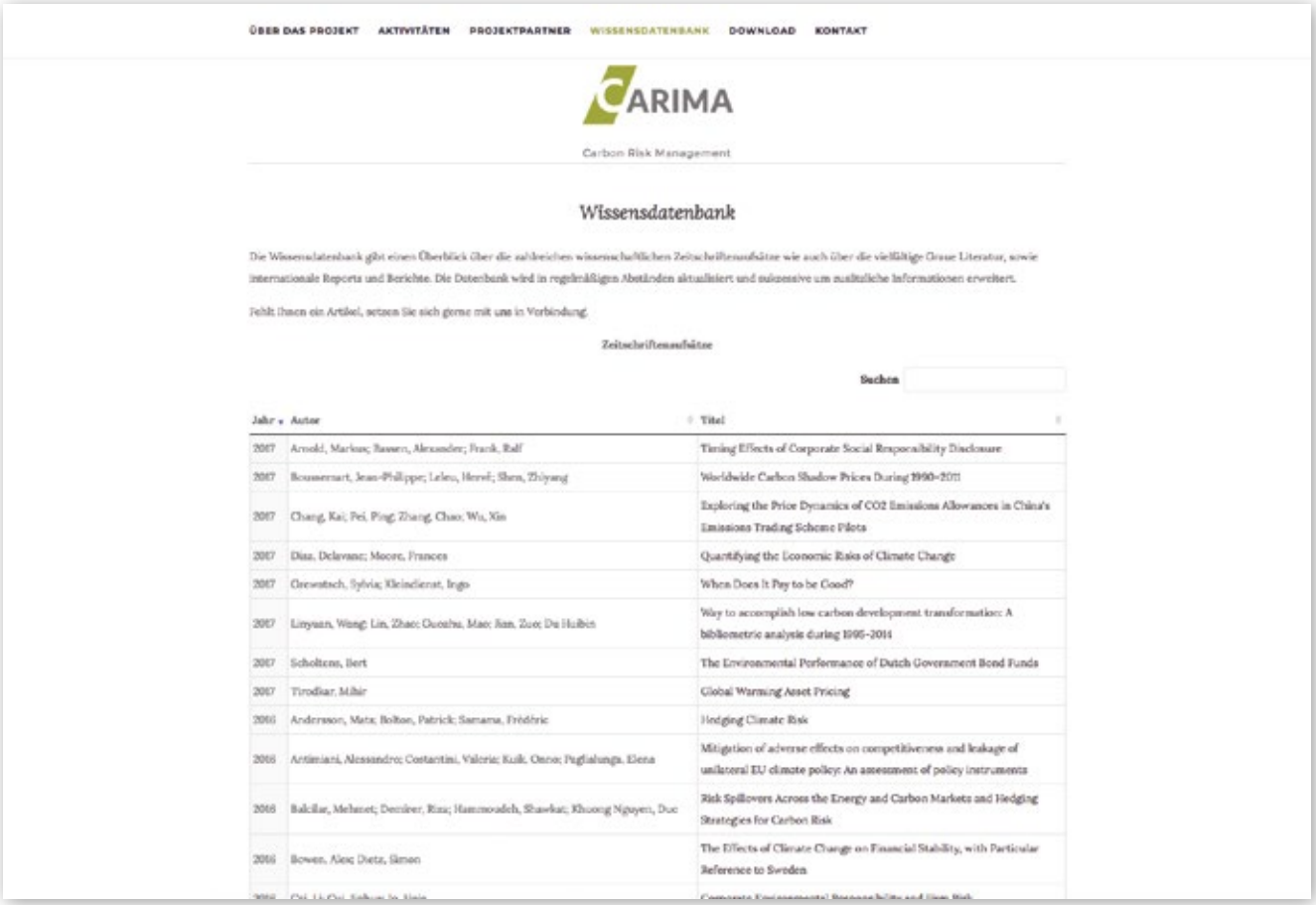
Tabelle 1	Deskriptive Statistiken und Korrelationen der unterschiedlichen Faktor-Betas in US-Dollar und Euro	41
Tabelle 2	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Deskriptive Statistiken	55
Tabelle 3	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Asset Korrelationen	56
Tabelle 4	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Aktien“ – Ergebnisse der Regressionen	56
Tabelle 5	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Deskriptive Statistiken und Asset Korrelationen	71
Tabelle 6	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Anleihen“ – Ergebnisse der Regressionen	72
Tabelle 7	Übertragbarkeit von Carbon Betas von Aktien und Unternehmensanleihen auf Carbon Betas von Krediten	75
Tabelle 8	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Deskriptive Statistiken	88
Tabelle 9	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Asset Korrelationen	88
Tabelle 10	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios” – Carbon Betas	89
Tabelle 11	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Ergebnisse der Regressionen bei Auswahl konstanter Gewichte	89
Tabelle 12	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Investorenperspektive bei Auswahl konstanter Gewichte	90
Tabelle 13	Excel-Tool – Arbeitsblatt „Portfolios“ – Ergebnisse der Regressionen bei Auswahl variabler Gewichte	90
Tabelle 14	Carbon Betas im Banken- und Finanzsektor	112
Tabelle 15	Panelregressionen	134
Tabelle 16	Deskriptive Statistiken der Carbon Risiko Proxy Variablen	160
Tabelle 17	Beispiele für den Brown-Green-Score *BGS* für einzelne Aktien	166
Tabelle 18	Geografische und sektorale Verteilung der für den Carbon Risiko Faktor *BMG* selektierten 1.637 Unternehmen	167
Tabelle 19	Deskriptive Statistiken und Korrelationen des Carbon Risiko Faktors *BMG*	186
Tabelle 20	Untersuchung der Zunahme des Erklärungsgehalts üblicher Faktormodelle durch Erweiterung um zusätzliche Faktoren	187
Tabelle 21	Signifikanzuntersuchungen für Faktorbetas im Carhart + *BMG*-Faktormodell	188

Verzeichnis der Infoboxen

Infobox 1	Faktormodelle	33
Infobox 2	Verfügbarkeit der Risikofaktoren	35
Infobox 3	Vergleich von US-Dollar und Euro Carbon Betas	41
Infobox 4	Statistische und finanzwirtschaftliche Kennzahlen	60
Infobox 5	Anleihenfonds	95
Infobox 6	Box-Whisker-Plot	105
Infobox 7	Portfolioeinteilung im Factor Investing	128
Infobox 8	Panelregression und fixed-Effects	135
Infobox 9	Approximation fehlender Emissionsdaten	146
Infobox 10	Alternative Datenbanken zur Konstruktion eines Carbon Risiko Faktors	155
Infobox 11	Vorbereitende Verfahren zur Konstruktion eines Carbon Risiko Faktors – Bereinigung, Aufbereitung und Matching der Datenbasis	156

Wissensdatenbank

Auf der Projekt-Webseite (https://carima-project.de/wissensdatenbank/) findet sich auch eine Wissensdatenbank zum Thema Climate Finance. Sie gibt einen Überblick über die zahlreichen wissenschaftlichen Zeitschriftenaufsätze wie auch eher anwendungsorientierte Literatur.



ÜBER DAS PROJEKT AKTIVITÄTEN PROJEKTPARTNER WISSENSDATENBANK DOWNLOAD KONTAKT

CARIMA

Carbon Risk Management

Wissensdatenbank

Die Wissensdatenbank gibt einen Überblick über die zahlreichen wissenschaftlichen Zeitschriftenaufsätze wie auch über die vielfältige Graue Literatur, sowie internationale Reports und Berichte. Die Datenbank wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert und inkrementell um zusätzliche Informationen erweitert.

Fehlt Ihnen ein Artikel, setzen Sie sich gerne mit uns in Verbindung.

Zeitschriftenaufsätze

Suchen

Jahr	Autor	Titel
2017	Arnold, Markus; Bassen, Alexander; Frank, Ralf	Timing Effects of Corporate Social Responsibility Disclosure
2017	Bousmenart, Jean-Philippe; Leleu, Hervé; Shen, Zhiyang	Worldwide Carbon Shadow Prices During 1990–2011
2017	Chang, Kai; Pei, Ping; Zhang, Chao; Wu, Xin	Exploring the Price Dynamics of CO2 Emissions Allowances in China's Emissions Trading Scheme Pilots
2017	Diaz, Delavane; Moore, Frances	Quantifying the Economic Risks of Climate Change
2017	Gerwatsch, Sylvia; Kleindienst, Ingo	When Does It Pay to be Good?
2017	Linyuan, Wang; Lin, Zhao; Guoshu, Mao; Jun, Zuo; Da Huibin	Way to accomplish low carbon development transformation: A bibliometric analysis during 1995–2014
2017	Scholtens, Bert	The Environmental Performance of Dutch Government Bond Funds
2017	Tirodkar, Mihir	Global Warming Asset Pricing
2016	Andersson, Mats; Bolton, Patrick; Samama, Frédéric	Hedging Climate Risk
2016	Artelaani, Alessandro; Costantini, Valeria; Kuik, Onno; Paglialunga, Elena	Mitigation of adverse effects on competitiveness and leakage of unilateral EU climate policy: An assessment of policy instruments
2016	Balcilar, Mehmet; Demirer, Rıza; Hammoudeh, Shawkat; Khuong Nguyen, Duc	Risk Spillovers Across the Energy and Carbon Markets and Hedging Strategies for Carbon Risk
2016	Bowen, Alex; Dietz, Simon	The Effects of Climate Change on Financial Stability, with Particular Reference to Sweden

Paper: „Carbon Risk“

Maximilian Görgen[a], Andrea Jacob[b], Martin Nerlinger[c],
Ryan Riordan[d], Martin Rohleder[e], Marco Wilkens[f]

University of Augsburg, Queen's University

First version: 10-Mar-17

This draft: 24-May-19

Abstract. The risks and opportunities arising from the transition process to a low-carbon economy affect firms' business. We quantify this "carbon risk" via a "Brown-Minus-Green factor" derived from 1,600 firms with data from four major ESG databases. This factor allows estimating an applicable measure of carbon risk: "carbon beta". We compute carbon betas for 39,000 firms and report them for countries and sectors. Firms can use carbon beta to understand their own carbon risk, regulators to gauge the impact of policy changes, and investors to directly manage carbon risk in their portfolios without hurting performance or preferences.

Keywords: Carbon risk, climate finance, climate change, economic transition, asset pricing

JEL Classification: G12, G15, Q51, Q54

a Maximilian Görgen, University of Augsburg, Faculty of Business Administration and Economics, Chair of Finance and Banking, Tel.: +49 821 598 4479, Email: maximilian.goergen@wiwi.uni-augsburg.de.
b Andrea Jacob, University of Augsburg, Faculty of Business Administration and Economics, Chair of Finance and Banking, Tel.: +49 821 598 4173, Email: andrea.jacob@wiwi.uni-augsburg.de.
c Martin Nerlinger, University of Augsburg, Faculty of Business Administration and Economics, Chair of Finance and Banking, Tel.: +49 821 598 4479, Email: martin.nerlinger@wiwi.uni-augsburg.de.
d Ryan Riordan, Queen's University, Queen's School of Business, Tel.: +1 613 533 2352, Email: ryan.riordan@queensu.ca.
e Martin Rohleder, University of Augsburg, Faculty of Business Administration and Economics, Chair of Finance and Banking, Tel.: +49 821 598 4120, Email: martin.rohleder@wiwi.uni-augsburg.de.
f Marco Wilkens, University of Augsburg, Faculty of Business Administration and Economics, Chair of Finance and Banking, Tel.: +49 821 598 4124, Email: marco.wilkens@wiwi.uni-augsburg.de. (corr.)

* The project behind this work is funded by the German Federal Ministry of Education and Research. We are grateful for helpful comments and suggestions by Bert Scholtens, Betty Simkins, Ambrogio Dalò, Marcus Kraft, Preetesh Kantak, Geert Van Campenhout, the participants at the AEA Annual Meeting 2019 in Atlanta, the 45th EFA Annual Meeting 2018 in Warsaw, the 2018 EFA Annual Meeting in Philadelphia, the 2018 SWFA Annual Meeting in Albuquerque, the 2018 MFA Annual meeting in San Antonio, the 24th Annual Meeting of the German Finance Association (DGF) in Ulm, the CEP-DNB Workshop 2017 in Amsterdam, the 2017 GOR AG FIFI Workshop in Magdeburg, and the 2017 Green Summit in Vaduz. We also like to thank the participants of the UTS Research Seminar 2019, The Sidney University Research Seminar 2019 and the Macquarie University Research Seminar 2019 in Sydney, our two CARIMA Finance Workshops 2018 in Frankfurt, the seminar with the EU Commission, and of a workshop with the German Bundesbank. The paper received the Best Paper Award at the 2018 SWFA Annual Meeting in Albuquerque and the Highest Impact Award at the 2017 Green Summit in Vaduz. The paper is accepted for presentation at the 2019 FMA European conference. We are responsible for all errors.

Zentrale Arbeitsschritte und Auszeichnungen von CARIMA

Workshops und Interviews

- Workshop mit Asset Managern der deutschen Finanzindustrie, Frankfurt am Main, 23.10.2018
- Workshop mit Klima- und Finanzexperten aus NGOs, Beratungen und Universitäten, Frankfurt am Main, 10.04.2018
- Interviews mit Asset Managern der deutschen Finanzindustrie, November 2017 bis Januar 2018

Vorträge und Konferenzen

Politik, Finanzindustrie und Praxis

- European Center for Financial Services Symposium, Duisburg, 20.03.2019
- Europäische Kommission Financial Seminar Series, GD FISMA, Brüssel, 29.11.2018
- Umweltbundesamt, „Methodenvergleich Klimarisiko-Tools“, Frankfurt am Main, 22.11.2018
- Deutsche Bundesbank, Frankfurt am Main, 19.11.2018
- UNEP FI / VfU Roundtable, München, 12.-13.09.2018
- Hub for Sustainable Finance, Frankfurt am Main, 25.09.2018
- Umweltbundesamt, Frankfurt am Main, 15.07.2018
- UNEP FI / VfU Roundtable, Frankfurt am Main, 29.-30.11.2017

Akademische Konferenzen

- Northern Finance Association Conference, Vancouver, 13.-15.09.2019
- FMA European Conference, Glasgow, 12.-14.06.2019
- Universität Essen Research Seminar, 21.03.2019
- Sydney University Research Seminar, Sydney, 15.03.2019
- Macquarie University Research Seminar, Sydney, 27.02.2019
- UTS Research Seminar, Sydney, 20.02.2019
- LMU München, Brown Bag Seminar, 22.01.2019

- American Economic Association Meetings, Atlanta, 04.-05.01.2019
- Herbsttagung der VHB WK Nachhaltigkeitsmanagement, Augsburg, 04.-05.10.2018
- 45th European Finance Association Annual Meeting, Warschau, 22.-25.08.2018
- Universität Augsburg GBL Brown Bag Lunch, 02.07.2018
- Eastern Finance Association Annual Meeting, Philadelphia, 11.-14.04.2018
- Southwestern Finance Association Annual Meeting, Albuquerque, 08.-09.03.2018
- Midwest Finance Association Annual Meeting, San Antonio, 01.-03.03.2018
- Workshop Central Banking and Green Finance, Amsterdam, 28.-29.11.2017
- Vietnam Symposium in Banking and Finance, Ho Chi Minh City, 26.-28.10.2017
- Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Finanzwirtschaft, Ulm, 06.-07.10.2017
- Green Summit University of Liechtenstein, Vaduz, 23.05.2017
- GOR AG FIFI Workshop, Magdeburg, 30.03.2017

Awards

- Best Paper Award, Southwestern Finance Association Annual Meeting, 2018
- Highest Impact Award, Green Summit University of Liechtenstein, 2017

Bildnachweis

Getty Images: martinwimmer (S. 1, 5, 8), Boogich (S. 7), yangna (S. 17), ewg3D (S. 21, 43, 63, 80, 127, 189, 191), Lady Photo (S. 27), AzmanL (S. 38), JuergenBosse (S. 45), thegreekphotoholic (S. 59), Nikada (S. 67, 93), filrom (S. 83), instamatics (S. 101), Christian Rummel (S. 103), NicolasMcComber (S. 117), pawel.gaul (S. 143), ozgurdonmaz (S. 147), joyt (S. 149), Drazen (S. 152), Mauro_Repossini (S. 173), amriphoto (S. 186), Bluberries (S. 189), imacoconut (S. 193)

Disclaimer

Alle in diesem Dokument präsentierten Ergebnisse sind vorläufig und können ohne Vorankündigung geändert werden. Die Nutzung erfolgt auf eigene Gefahr. Es wird keine Haftung für Schäden übernommen, die im Zusammenhang mit der Nutzung unserer Informationen und des Faktors etc. entstehen. Eine Entscheidung, in einen Vermögenswert zu investieren, sollte nicht auf der Grundlage einer der in diesem Dokument dargelegten Aussagen getroffen werden. Der Inhalt dieses Berichts stellt keine Empfehlungen zum Kauf, Verkauf oder Halten solcher Vermögenswerte dar und gilt auch nicht als Anlageberatung. Die endgültige Version des CARIMA-Konzepts und des Carbon Risiko Faktors *BMG* wird am Ende des Projekts veröffentlicht. Das Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die daraus resultierenden Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entfernung von Bildern, der Funkübertragung, der Gewichtung durch photomechanische oder ähnliche Mittel und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur teilweiser Nutzung vorbehalten. Alle Rechte liegen bei den Autoren. Augsburg, 2019.

CARIMA

Universität Augsburg
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Lehrstuhl für Finanz- und Bankwirtschaft
Universität Augsburg
Universitätsstraße 16
86159 Augsburg
wiwi.uni-augsburg.de/bwl/wilkens

verein für umweltmanagement
und nachhaltigkeit
in finanzinstituten e.v.

Verein für Umweltmanagement und
Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (VfU e.V.)
Ravenspurgerstraße 41
86150 Augsburg
www.vfu.de

WWW.CARIMA-PROJECT.DE