

Portfoliooptimierung für Beteiligungen an CDM-Projekten

Portfolios von Projekten des Clean Development Mechanism vor dem Hintergrund zukünftiger CO₂-Preiserwartungen

Unternehmen des europäischen Emissionshandelssystems (EU-EHS) im Energiesektor sind ab 2013 verpflichtet, ihre benötigten CO₂-Emissionsberechtigungen zu ersteigern. Beteiligungen an Klimaschutzprojekten im Ausland stellen eine Möglichkeit dar, CO₂-Zertifikate über den Clean Development Mechanism (CDM) zu erwerben. Hiermit verbundene Risiken sind jedoch nicht nur projektbedingt. Die zukünftige Anwendbarkeit dieser Zertifikate zur Compliance-Erfüllung ist aufgrund der aktuell ergebnisoffenen politischen Diskussion über ein Kyoto-Nachfolgeprotokoll unsicher. Die Erstellung eines Portfoliomodells zur Optimierung der Beteiligungen an CDM-Projekten vor dem Hintergrund der aktuellen Rahmenbedingungen ist das Zwischenergebnis eines Gemeinschaftsprojekts der Stadtwerke München und der TU Braunschweig.

VON PROF. DR. MICHAEL KURRAT, PETER WIEDENHOFF UND CLEMENS DRESSEL

CDM-Projektbeteiligungen im gegenwärtigen politischen Umfeld

Die Zukunft des EU-Emissionshandels und des Clean Development Mechanism

Die rechtliche Grundlage für das europäische Emissionshandelssystem (EU-EHS) ist bis 2020 festgelegt. Für die 2013 beginnende Handelsperiode schreibt die europäische Gesetzgebung unter anderem eine Versteigerung benötigter Zertifikatsmengen für die teilnehmenden Unternehmen aus dem Erzeugungssektor vor (Richtlinie 2009/29/EG). Die Planungssicherheit der Compliance-Unternehmen wird jedoch durch die nicht abgeschlossene politische Diskussion auf internationaler Ebene vermindert. Für die Ausgestaltung einer Verpflichtung zur zukünftigen Emissionsminderung von Treibhausgasen konnte bislang kein globales Abkommen geschlossen werden. Die Kyoto-Verpflichtungsperiode mit einer zugesagten Emissionsminderung von durchschnittlich 5,2 Prozent bezogen auf das Jahr 1990 läuft Ende 2012 aus.

Verhandlungen über ein Kyoto-Nachfolgeprotokoll wurden im Dezember 2009 mit dem Minimalkonsens des sogenannten Copenhagen Accords beendet und die Verabschiedung eines international verpflichtenden Folgeabkommens auf die weiteren Weltklimagipfel Ende 2010 in Mexiko und Ende 2011 in Südafrika verschoben. Auch in den diesjährigen Vorbereitungskonferenzen konnten sich die Vertreter von 175 Staaten bislang nicht auf ein gemeinsames Vorgehen für ein neues Weltklimaabkommen einigen. Daher liegt die Vermutung nahe, dass

auf dem im November und Dezember bevorstehenden Weltklimagipfel in Cancún ebenso keine verbindliche Einigung für die zukünftige Minderung von Treibhausgasemissionen erreicht werden kann.

Von der gegenwärtigen Entwicklung auf UN-Ebene sind Unternehmen innerhalb des EU-EHS in wenigstens zwei Punkten unmittelbar betroffen. Zum einen wird das europäische Minderungsziel weiterhin diskutiert. Die europäische Richtlinie sieht eine Reduktion um 20 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 vor, die auf 30 Prozent erhöht wird, sofern sich andere Industrieländer zu vergleichbaren und Entwicklungsländer zu ihren Fähigkeiten angemessenen Emissionsminderungen verpflichten (Richtlinie 2009/29/EG). In der aktuellen politischen Debatte werden ebenso Minderungsziele zwischen 20 Prozent und 30 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 diskutiert.

Zum anderen ist die zukünftige Anwendbarkeit von CO₂-Zertifikaten aus den sogenannten projektbasierten flexiblen Mechanismen Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM) fraglich. Diese sind im Kyoto-Protokoll definiert. Sofern ein Kyoto-Nachfolgeabkommen verabschiedet wird, werden die sogenannten Certified Emission Reductions (CERs) aus dem CDM und Emission Reduction Units (ERUs) aus dem JI in begrenzter Menge weiterhin im EU-EHS anerkannt werden. Sollte kein Nachfolgeabkommen beschlossen werden, ist die zukünftige Einbringung von projektbasierten Emissionszertifikaten zur Compliance in das EU-EHS fraglich. Die aktuell gültige Gesetzgebung verlangt, dass CDM-Projekte entweder vor 2013 bei der UN registriert werden, oder sie entstammen alternativ aus Projekten in den am wenigsten entwickelten Ländern (LDC – Least Developed Countries) bezie-

ungsweise aus Ländern, mit denen die EU bilaterale Abkommen abgeschlossen hat. Zudem darf die Anzahl importierter CERs die für den Zeitraum 2008 bis 2012 vorgesehene maximale Menge an projektbasierten Zertifikaten je Anlage nicht übersteigen. JI-Projekte würden aufgrund des Wegfallens der länderspezifischen Zuteilung der sogenannten Assigned Amount Units (AAUs) durch die UN nicht weiter existieren.

Beteiligungsmöglichkeiten an CDM-Projekten

Wie in Ausgabe 04/2009 der e|m|w beschrieben (Kurrat et al, e|m|w 04/09, S.18-23), durchlaufen Klimaschutzprojekte einen von der UN vorgegebenen Prozess, um als CDM-Projekte registriert zu werden und CERs zu generieren. Dieser umfasst die Phasen der Projektidentifikation, Projektdokumentation, Validierung, Registrierung bei der UN, Implementierung sowie des Betriebs. Der zeitliche Rahmen für die Prozessschritte variiert zum Teil stark. Ist die Projektidee generiert, vergehen von der Dokumentation bis zur Registrierung bei der UN zwischen sechs und 24 Monate. Investoren können sich prinzipiell zu jeder der Prozessstufen an einem CDM-Projekt beteiligen. Die Beteiligungsformen reichen in ihrer Tiefe von selbstständiger Projektentwicklung und -finanzierung bis hin zu Forward- und Optionsgeschäften. Das Modell zur Portfoliobewertung berücksichtigt diese unterschiedlichen, projektphasenbezogenen Beteiligungsformen.

Modell zur Bestimmung vorteilhafter CDM-Portfolios

Portfoliotheorie

Portfoliomodelle am Aktienmarkt werden üblicherweise unter Berücksichtigung der Komponenten Renditeerwartung und Risiko optimiert. Ein Portfolio ist vorteilhaft, wenn bei gegebenen Renditeanforderungen das minimale Risiko oder bei definiertem Risikomaß die maximale Rendite erreicht wird. Vor der Optimierung muss ein geeignetes Risikomaß gewählt werden. Projektbeteiligungen in Entwicklungsländern sind in der Regel mit hohen Unsicherheiten verbunden. Als Risikomaß zur Erfassung dieser Risiken eignet sich der Expected Shortfall (ES). Ein ES zu $x\%$ gibt den erwarteten Verlust in den ungünstigsten x Prozent der Fälle an. Zur Berechnung des ES im vorliegenden Modell wird das schlechteste Viertel der ermittelten Verteilung betrachtet. Das Risiko wird bei gegebener Zielrendite minimiert.

Um ein Portfoliomodell aus dem Aktienmarkt auf CDM-Projektportfolios anwenden zu können, muss die durch eine Projektbeteiligung mögliche Rendite ermittelt werden. Diese Rendite ist kein fester Wert, sondern wird durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung charakterisiert. In Abbildung 1 ist dargestellt, wie die Wahrscheinlichkeitsverteilung ermittelt wird.

Aufbauend auf einer umfangreichen CDM-Datenbasis wird die Rentabilität von CDM-Projektbeteiligungen unter Vernachlässigung der Risiken bestimmt. Parallel erfolgt eine Risikobewertung über Modellierung und Simulation relevanter Risikofaktoren. Die resultierende CER-Outputverteilung dient zur Anpassung der Rentabilität unter Vernachlässigung der Risiken. Hieraus ergibt sich die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Rentabilität, welche Eingangsgröße für die abschließende Portfoliooptimierung ist.

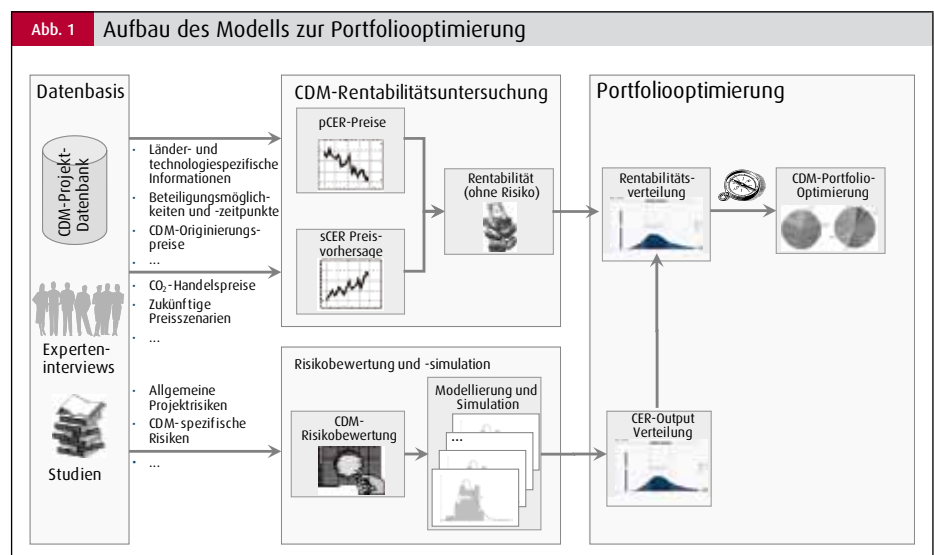
Die einzelnen Schritte werden im Folgenden vorgestellt.

Datenbasis

Die Datenbasis besteht aus mehreren Quellen. Hauptsächlich wird auf die so genannte UNEP Risoe CDM-Pipeline (CDM-Pipeline) zurückgegriffen, welche aggregierte Informationen zu über 6.000 bestehenden oder in der Planung befindlichen CDM-Projekten beinhaltet (vgl. UNEP Risoe 2010, unter: www.cdmpipeline.org). Darüber hinaus wird auf länder- und technologiespezifischen Quellen sowie eigenen Umfragen aufgebaut. Die Untersuchung erfolgt für CDM-Projektbeteiligungen in 25 ausgewählten Entwicklungsländern. In diesen wird der Einsatz von erneuerbaren Energien, Maßnahmen zur Methangasvermeidung und Projekten im Bereich der Energieeffizienz untersucht. Hieraus ergeben sich mehr als 100 Fokuscluster mit Beteiligungsmöglichkeiten entlang des CDM-Prozesses.

CDM-Rentabilitätsuntersuchung

Der Preis, zu dem sich ein externer Investor an den Zertifikaten aus einem CDM-Projekt beteiligt, wird als primary CER (pCER)-Preis bezeichnet. Die Rendite eines Geschäfts mit pCERs ergibt sich aus der Differenz des bei Ausschüttung gültigen sogenannten secondary CER (sCER)-Handelspreises und der ursprünglichen Zahlung pro pCER. Beispielsweise betrug der durchschnittliche pCER-Preis für Laufwasserkraftwerke in China in der Registrierungsphase im Juni 2010 8,25 Euro. Eine Auswertung der CDM-Pipeline zeigt,



dass diese Projekte durchschnittlich 26 Monate später Zertifikate generieren. Für die Rentabilitätsuntersuchung wurden fokusclusterspezifische durchschnittliche pCER-Preise für jeden möglichen Beteiligungszeitpunkt im CDM-Prozess sowie die durchschnittliche Dauer/Laufzeit bis zur Ausschüttung bestimmt.

Die Schätzung zukünftiger sCER-Preise erfolgt anhand der Vorhersage des Informationsdienstes Point Carbon für das Jahr 2016 in Höhe von 19 Euro (vgl. Point Carbon 2010, verfügbar unter: www.pointcarbon.com). Ein linearer Verlauf des Preises bis 2016 wird unterstellt, um den Erwartungswert zum Zeitpunkt der Ausschüttung zu bestimmen. Die Vorhersage wird im Modell mit einer Normalverteilung modelliert, deren Standardabweichung aus den CER-Spotpreisen des vergangenen Jahres errechnet ist. Demnach ergibt sich bei heutiger Beteiligung am obigen Projektcluster ein erwarteter CER-Preis von 14,27 Euro in 26 Monaten. Unter Vernachlässigung sämtlicher Risiken wird eine jährliche Rendite von 28,27 Prozent erwartet. Der tatsächliche Generierungspreis unterscheidet sich vom ursprünglichen pCER-Preis, da je nach Vertragsgestaltung Lieferrisiken vom Investor mitgetragen werden müssen. Deshalb ist der pCER-Preis zur Bestimmung der Renditeverteilung an das Lieferrisiko anzupassen.

Risikobewertung und -simulation

Bei CDM-Projekten sind länderspezifische von projektspezifischen Risiken zu unterscheiden. Die Betrachtung zur Portfoliooptimierung fokussiert die quantitative Bewertung projektspezifischer Risiken. Länderspezifische Angaben können in Form eines Länderindicators in der Ergebnisauswertung ergänzt werden. Wie in Abbildung 2 gezeigt, werden projektspezifische Risiken in sieben Risikofaktoren unterteilt. Diese können hinsichtlich der CER-Ausbringung **Projektabbruchrisiken** oder **Variationsrisiken der CER-Ausbringung** bergen. Während Projektabbruchrisiken das Scheitern einer CDM-Projektidee zur Folge haben, führen CER-Variationsrisiken zu einer Abweichung der tatsächlichen von der geplanten CER-Menge.

Die Quantifizierung der Risiken erfolgt auf Basis der oben angegebenen Quellen. Verfügbare Projektinformationen werden länder- und technologiespezifisch für die Risikofaktoren ausgewertet. Die ex-post-Projektinformationen dienen als Datenbasis für eine Simulationsanalyse, die statistische Aussagen zu den Auswirkungen CDM-projektspezifischer Risiken auf die erwartete Zertifikatsausbringung ermöglicht. Hierzu werden die vorhandenen Daten unter Berücksichtigung verschiedener Gütekriterien risikofaktorspezifisch an Verteilungskurven angepasst.

Abb. 2 CDM-Risikofaktoren des Bewertungsmodells

	Risikofaktor	Beschreibung	Mögliche Auswirkung	
			CER-Ausbringung	Projektabbruch
Projektspezifische Risiken	Technologische Machbarkeit	Mangelnde technologische Umsetzbarkeit		
	Zustimmung des Gastgeberlandes	Ablehnung einer Projektidee durch das Gastgeberland		
	Validierung	Ausbleibende Validierung der CDM-Projektidee		
	Registrierung	Verweigerung der Registrierung der CDM-Projektidee		
	CER-Liefertreue	Abweichung der geplanten von der tatsächlichen CER-Ausschüttung		
	CDM-bedingte Verzögerung	CER-Minderausschüttung durch Verzögerungen im CDM-Prozess		
	Technisch bedingte Verzögerung	CER-Minderausschüttung durch Verzögerungen im Bauprozess		

Projektabbruchrisiken sind durch die Wahrscheinlichkeit charakterisiert, mit der es zu einem Projektabbruch kommt. Für die Darstellung binärer Risiken eignet sich die sogenannte Bernoulli-Verteilung, die für die Modellierung der Projektabbruchrisiken verwendet wird. Für **Variationsrisiken der CER-Ausbringung** hängt die Wahl der Verteilungsfunktion vom vorliegenden Datensample des jeweiligen Risikofaktors ab. Typischerweise eignen sich Weibull-, Lognormal-, Gamma-, loglogistische und Beta-Verteilungen für die Anpassung.

Gesamthafte Aussagen zur Risikobewertung einer CDM-Projektbeteiligung ergeben sich nach Durchlaufen des in Abbildung 3 gezeigten Risikomodells.

Statistische Unabhängigkeit der Risikofaktoren ermöglicht die Multiplikation ihrer Ausprägungen. Die Simulation mit 50.000 Iterationen liefert die Ergebnisverteilung für die CER-Ausbringung je Fokuscluster. Der Einfluss des Abbruchrisikos führt zu einer Werthäufung bei der Ausschüttung von 0 Prozent. Die weitere Form der Kurve ist fokusclusterspezifisch. Der in Abb. 4 abgebildete dunkelblaue Verlauf zeigt beispielhaft

Abb. 3 Modellaufbau zur CDM-Risikobewertung

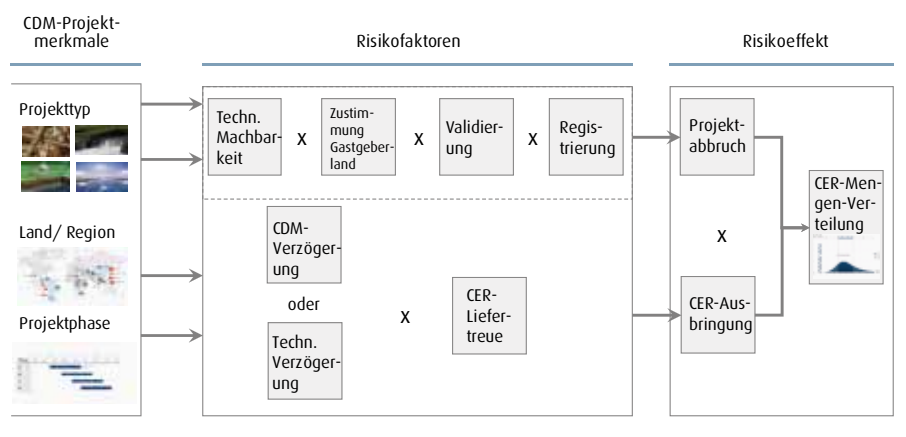
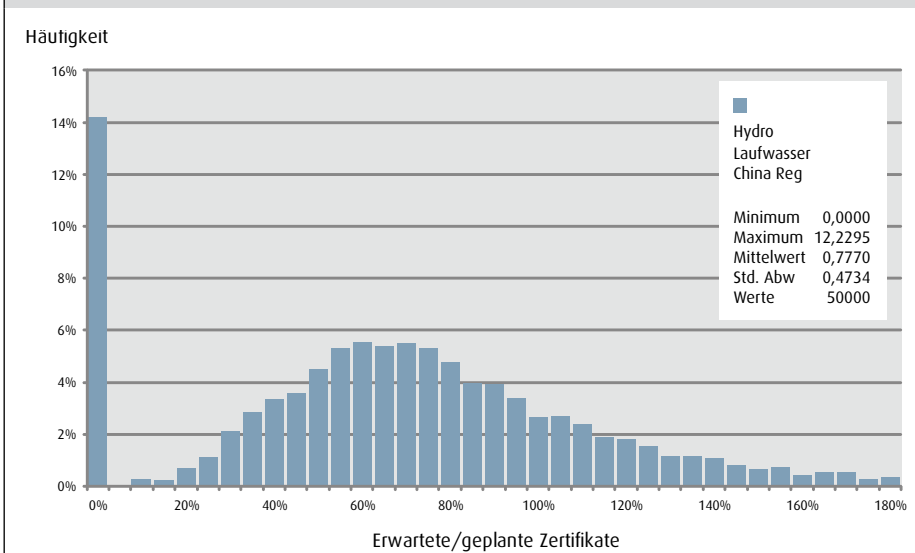


Abb. 4 Erwartete Zertifikatsausbringung von Laufwasserkraftwerken in China in der Registrierungsphase



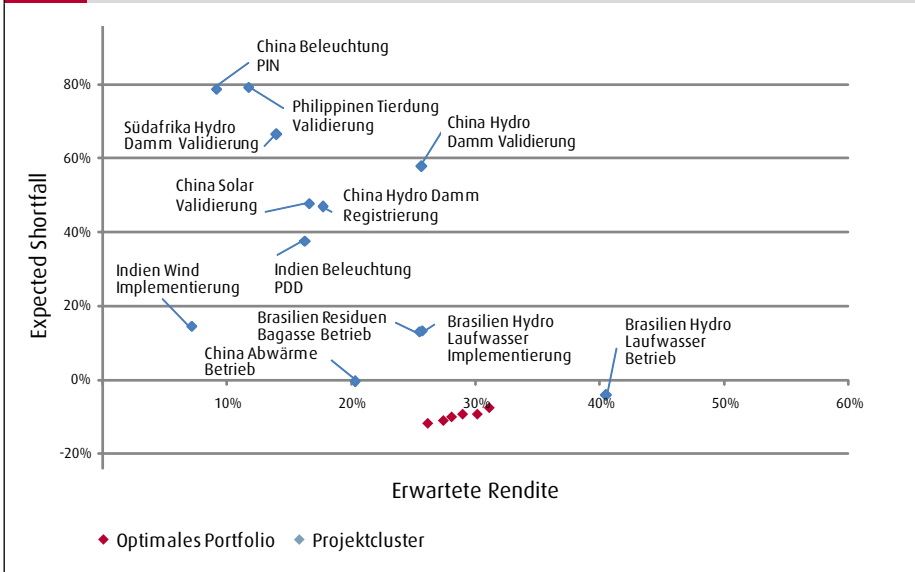
die Verteilung der erwarteten CER-Ausbringung für chinesische Laufwasserkraftwerke in der Registrierungsphase.

Portfoliooptimierung

Mit der Verteilungsfunktion der CER-Ausbringungsmenge je Fokuscluster kann der pCER-Preis an das Mengenrisiko adjustiert und eine Verteilungsfunktion der Rendite durch die CDM-Projektbeteiligung ermittelt werden. Die fokusclusterspezifischen Verteilungsfunktionen dienen als Eingangsgrößen für das oben beschriebene Portfoliomodell.

Die Modellergebnisse werden beispielhaft anhand einer Vorauswahl von zwölf Projektclustern hergeleitet. Je Projektphase, Region und Projekttyp wird hierzu das Projektcluster mit der höchsten erwarteten Rendite ausgewählt (vgl. Abb. 5).

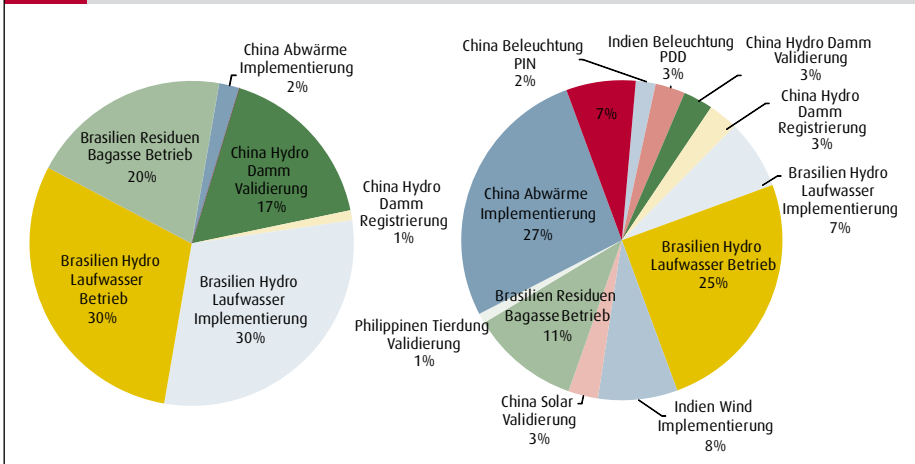
Abb. 5 CDM-Projektcluster und optimale Portfolios in Szenario 1



Das Gesamtrisiko eines Portfolios ist durch den statistischen Zusammenhang zwischen den Einzelprojekten gegeben. So sind beispielsweise Projekte im gleichen Land ähnlichen regulatorischen Risiken ausgesetzt. Gegenseitige Abhängigkeiten zwischen Projektphase, Land und Technologie werden mit einer sogenannten Korrelationsmatrix erfasst.

Für ein Portfolio aus den ausgewählten Projektclustern werden mittels der Software RiskOptimizer unter Verwendung genetischer Algorithmen optimale ganzzahlige Gewichtungsfaktoren ermittelt (verfügbar unter: www.palisade.com.) Um zu vermeiden, dass einzelne besonders vorteilhafte Projektcluster das Portfolio dominieren, beträgt der maximale Gewichtungsfaktor eines Projektclusters 30 Prozent.

Abb. 6 Optimale Portfolios für Zielrenditen von 31 % (links) und 26 % (rechts)



Optimales Portfolio von CDM-Projekten für drei Szenarien

Optimale Portfolios aus CDM-Projekten werden beispielhaft für drei Szenarien bestimmt, die sich nach Point Carbon aus möglichen politischen Entwicklungen auf internationaler Ebene ergeben. Die Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der CER-Preiserwartung, die vom ersten zum dritten Szenario aufsteigend angenommen ist.

Abb. 7 CDM-Projektcluster und optimale Portfolios in Szenario 3

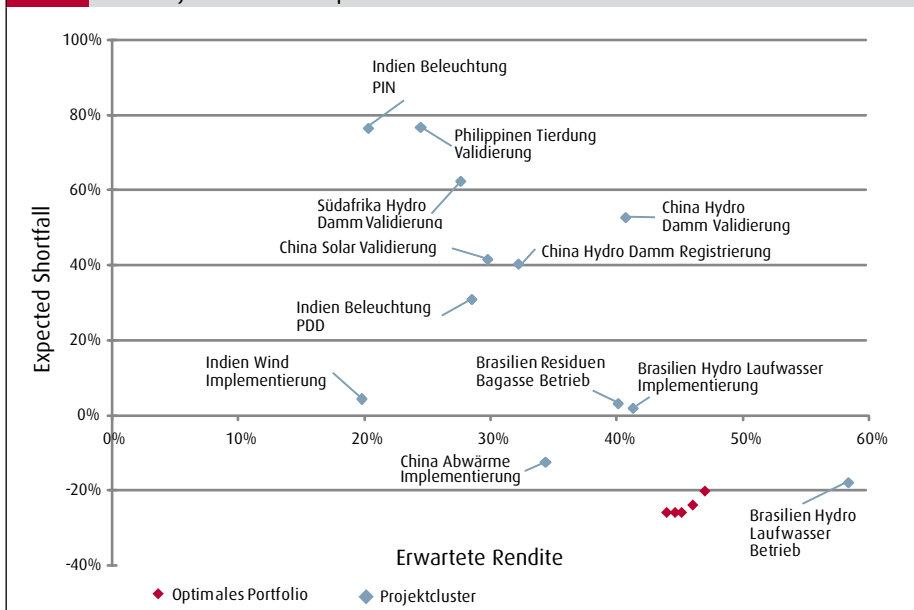
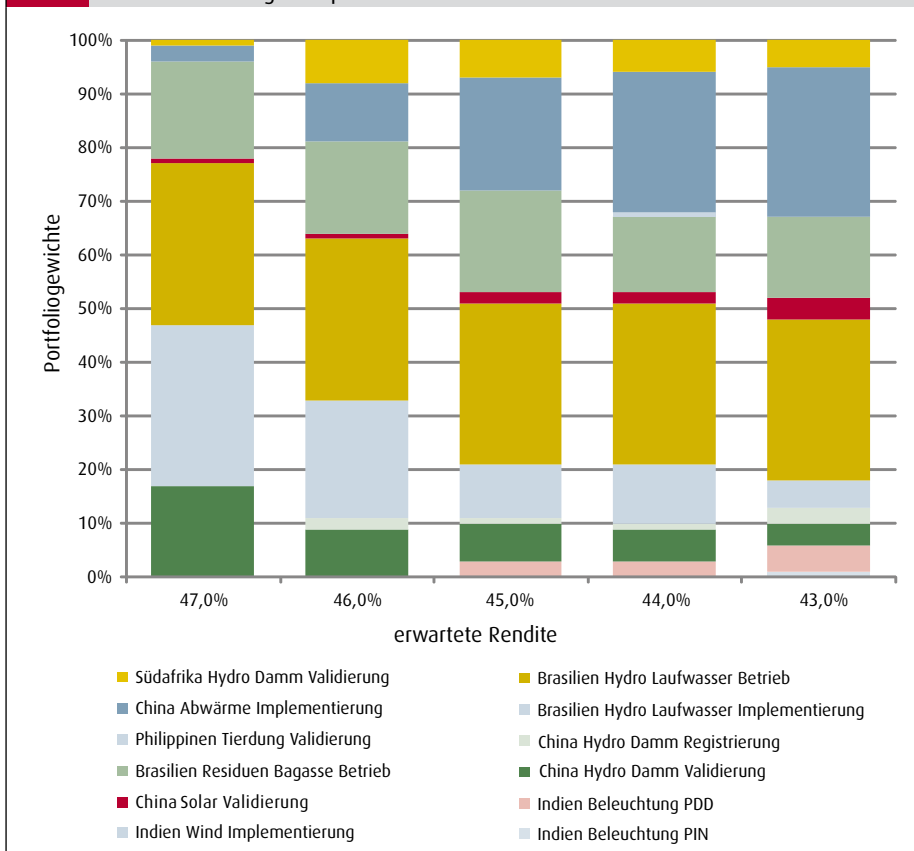


Abb. 8 Zusammensetzung der optimalen Portfolios in Szenario 3



Szenario 1: Gegenwärtige CER-Preiserwartung

Im ersten Szenario wird ein optimales Portfolio für den CER-Preis von 19 Euro im Jahr 2016 berechnet. Diese Preisangabe basiert auf dem gewichteten Mittelwert der erwarteten CER-Preise der folgenden Szenarien sowie der Preisvorhersage bei Scheitern der Verhandlungen für ein Kyoto-Nachfolgeprotokoll.

zweiten Szenario sind mit sinkender Zielrendite zunehmend stärker diversifizierte Portfolios möglich.

Szenario 3: Ambitioniertes Emissionshandelssystem in den USA

In diesem Preisszenario etablieren die USA ein landesweites, ambitioniertes Emissionshandelssystem. Andere Länder folgen diesem

Abbildung 5 zeigt das Rendite-Risiko-Profil der optimalen Portfolios für die betrachteten CDM-Projektcluster. Die optimalen Portfolios für verschiedene Zielrenditen sind anhand der roten Rauten dargestellt. Es zeigt sich, dass systematisch diversifizierte Portfolios aus CDM-Projekten ein Risiko unterhalb des Projektclusters mit dem geringsten Einzelrisiko aufweisen. Außerdem zeigen chinesische und brasilianische Projekte im Bereich der Wasserkraft vorteilhafte Rendite-Risiko-Profile.

Die Zusammensetzung der Portfolios für die höchstmögliche Zielrendite von 31 Prozent und das niedrigste Risiko sind in Abbildung 6 dargestellt. Dort sieht man, dass bei niedrigeren Zielrenditen stärker diversifizierte Portfolios errechnet werden. Außerdem beinhaltet das optimale Portfolio auch Projekte, die für sich genommen eher unvorteilhafte Rendite-Risiko-Profile aufweisen. Zum Beispiel zeigen Beleuchtungsprojekte in China in Abbildung 5 ein hohes Risiko, das nicht von einer hohen erwarteten Rendite aufgewogen wird. Im optimalen Portfolio für eine Zielrendite von 26 Prozent ist dieses Projektcluster jedoch zu zwei Prozent enthalten.

Szenario 2: Fortsetzung der bisherigen Politik

Unter diesem Preisszenario wird angenommen, dass Emissionen in den USA weiterhin durch lokale Energiehandelssysteme reguliert werden. Die Reduktionsziele anderer Länder bleiben im Rahmen bisher eingegangener Verpflichtungen. Die CER-Preisvorhersage für dieses Szenario beträgt 22,50 Euro im Jahr 2016.

Auch hier zeigt sich, dass systematisch diversifizierte Portfolios das Risiko des Investors unter das Risiko des am wenigsten riskanten Projektclusters senken können. Erwartungsgemäß liegen die Zielrenditen über denen des ersten Szenarios. Auch im

Beispiel und erhöhen ebenfalls ihre Reduktionsverpflichtungen. Durch die deutlich gestiegene Nachfrage nach CERs ergibt sich eine Preisvorhersage von 30 Euro je CER im Jahr 2016.

Die Vorauswahl der Projektcluster und die optimalen Portfolios unter diesem Szenario sind in Abbildung 7 aufgeführt. Die Zielrenditen sind wiederum höher als im Szenario 2. Abbildung 8 illustriert die Zusammensetzung der optimalen Portfolios unter diesem Preisszenario.

Die Analyse zeigt, dass breit diversifizierte CDM-Projektportfolios das Risiko des Investors deutlich unter das Risiko von Investitionen in Einzelprojekte senken können. In sämtlichen Szenarien liegt das Risikomaß der optimalen Portfolios im negativen Bereich, das heißt, Investoren haben auch im schlechtesten Viertel der Fälle eine positive Renditeerwartung. Diversifikation wird im vorliegenden Modell anhand verschiedener Investitionsländer, Technologien und Projektstufen untersucht. Während sich die mögliche Zielrendite bei unterschiedlichen Preiserwartungen natürlich verändert, bleibt die Zusammensetzung der optimalen Portfolios recht ähnlich. Dies ist hauptsächlich auf die alleinige Variation der sCER-Preiserwartung bei der Bildung der Szenarien zurückzuführen.

Fazit: Optimale Projektportfolios ähneln sich in unterschiedlichen Szenarien

Vor dem Hintergrund der gegenwärtig ergebnisoffenen politischen Diskussion über ein Kyoto-Nachfolgeprotokoll untersuchen die Autoren die Zusammensetzung optimaler Portfolios von CDM-Projektbeteiligungen. Das Optimierungsmodell baut auf der Simulation von CDM-Risiken sowie einer Betrachtung der zukünftigen CER-Renditeerwartung auf. Es wird exemplarisch anhand von zwölf Projektbeteiligungen vorgestellt.

Die Renditeerwartung hängt maßgeblich vom zukünftigen CER-Preis ab, welcher in drei Szenarien untersucht wird. In Abhängigkeit von Risiko und Renditeerwartung ergeben sich für jedes Szenario ähnliche Zusammensetzungen optimaler Projektportfolios. Für die vorgestellten Preisszenarien besteht die Möglichkeit, das Compliance-Ziel durch den Einsatz von CERs wirtschaftlich vorteilhaft zu erreichen. Voraussetzung ist, dass die seitens der EU gesetzten Bedingungen für die CER-Anerkennung innerhalb des EU-EHS nach 2012 erfüllt sind.

Zu beachten ist, dass es sich bei den angegebenen Renditen um Erwartungswerte handelt. Sie sollten Investoren nicht über die erheblichen Risiken hinwegtäuschen, die sich im Umfeld des CDM ergeben. Voraussetzung jeder Investitionsentscheidung sollte daher eine detaillierte Risikountersuchung sein. ■

Weitere Informationen unter:
www.carbon-scout.com

zur Person

Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

- Jahrgang 1963
- seit 2001 Professur am Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen der TU Braunschweig und 2005 Übernahme der Institutsleitung
- seit 2005 Aufbau der Arbeitsgruppe Energiesysteme mit Schwerpunkt auf dezentrale Energieerzeugung und Nachhaltigkeit



Peter Wiedenhoff

- Jahrgang 1979
- Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der TU Braunschweig und Studium der Betriebswirtschaftslehre an der University of Rhode Island, USA
- Dreijährige Tätigkeit als Consultant bei The Boston Consulting Group GmbH mit Beratungsprojekten im Industriegüter- und Energiesektor
- seit 2008 Promotion im Bereich der CDM-Projekte an der TU Braunschweig



Clemens Dreßel

- Jahrgang 1986
- Master of Business Administration (MBA) der University of Rhode Island, USA
- Studium des Wirtschaftsingenieurwesens mit Studienrichtung Elektrotechnik an der TU Braunschweig
- Praktische Tätigkeiten im Risikomanagement der Volkswagen Financial Services AG und bei den Stadtwerken München

