



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Wasser- und Solarkraftprojekte im Rahmen des Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung gemäß Kyoto-Protokoll

von

Eva Vajda

Matr.-Nr. 0707357

Diplomarbeit im Rahmen des Studiums

Raumplanung und Raumordnung

Stud.-Knz.066440

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades

einer Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von

Univ.-Prof. Mag. Dr. Wilfried Schönböck

E280

Fachbereich Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik

eingereicht an der

Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

Wien, am 08. Juni 2016

Abstract

The Clean Development Mechanism, as defined in the Kyoto Protocol, was designed to meet a dual objective. It aims to help industrialized countries to fulfill their own emission reduction commitments and to assist developing countries in achieving sustainable development. This thesis concerns the costs of implemented CDM projects and their contribution to cost effective reductions of CO₂-emissions. The analysis is based on case studies of four registered CDM projects selected. The information provided in the Project Design Documents is studied to calculate the costs for emission reductions. A multi-criteria analysis is conducted for measuring the sustainable development benefits of each project. The impact of Certified Emission Reductions (CERs) on the internal rate of return of the respective projects is analyzed in regard of their ability to generate measurable and additional emission reductions. The prices of CERs in the market are explored for measuring the cost efficiency. The results show that for some projects there is a trade-off between the contribution to cost efficiency and sustainability. Most of the case studies generate emission reductions at a cost above the market price of CERs. The assessment of the project costs show that the achieved emissions reductions could have been obtained at lower cost elsewhere. The objective of achieving cost effective emission reductions is not fulfilled by the CDM projects. The CDM could be improved to fulfill the goal of generating cost effective emission reductions by stringent conditions regarding the approval of new projects.

Abstract

Der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism–CDM) wird im internationalen Klimaschutz als Instrument zur kosteneffizienten CO₂-Vermeidung und zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung in den Zielländern eingesetzt. In der vorliegenden Diplomarbeit wird einerseits untersucht, ob bzw. in welchem Ausmaß durch die vier für Fallstudien ausgewählte CDM-Projekte (in China, Indien und Vietnam) CO₂ Emissionen, die ohne deren Realisierung aufgetreten wären, kosteneffizient vermeiden. Außerdem wird untersucht, ob bzw. inwiefern sie einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes leisten. Als empirische Grundlage der Analysen werden die Project Design Documents der vier Projekte aus der Projektdatenbank der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen ausgewertet. Außerdem wird überprüft, ob die Projekte deshalb erst rentabel werden, weil sie als CDM-Projekte zusätzliche Erlöse erzielen, nämlich aus dem (zumeist internationalen) Verkauf der Zertifikate, die für die erzielte CO₂-Vermeidung vom der CDM-Executive Board ausgestellt werden („Certified Emission Reductions“ – CER). Die Projekte vermeiden (gegebenenfalls) CO₂-Emissionen, indem sie den Bau und Betrieb von Anlagen mit fossiler Technologie ersetzen. Der mutmaßliche Beitrag der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes wird mit Hilfe einer Nutzwertanalyse überprüft. Ergebnis ist, dass drei der vier Projekte keine CO₂-Emissionen durch ihren Status als CDM-Projekte zwar kausal vermeiden, aber zu höheren Kosten je Tonne als der bei der Projektplanung zugrunde gelegte (erwartete) CER-Preis beträgt. Eine derartige CO₂-Vermeidung gilt (schon bei der Planung) als nicht kosteneffizient. Einzig im Solarkraftprojekt in China kostet die Emissionsvermeidung je Tonne CO₂ weniger als der bei der Projektplanung zugrunde gelegte CER-Preis. Aufgrund der dualen Zielsetzung des Instruments wurden offenbar die ineffizient hohen spezifischen Kosten der CO₂-Vermeidung hingenommen, weil der durch die Projekte geleistete (erwartete) Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes hoch genug bewertet wurde.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem Betreuer, Herrn Professor Schönback, für die Möglichkeit, an diesem spannenden Thema arbeiten zu können, bedanken. Dank seiner konstruktiven Kritik und kontinuierlichen Unterstützung konnte er mich immer wieder in meiner Recherche und bei meinen Fragen bestärken. Vielen Dank für die Zeit und Mühen, die Sie in meine Arbeit investiert haben.

Rendkívüli hálával tartozom szüleimnek és húgomnak, akik nélkül ez a diplomamunka nem jöhetett volna létre. Köszönöm nekik, hogy tanulmányaim során türelemmel és megértéssel támogattak, és minden helyzetben mellettem álltak.

És végül, de nem utolsósorban köszönöm páromnak a támogatást és hogy megértéssel fogadta a diplomamunka megírására szánt nehéz heteket.

Hinweis

In der vorliegenden Arbeit wird bei den (männlichen oder weiblichen) Bezeichnungen von Personenrollen auf eine geschlechtsspezifische Doppelbezeichnung verzichtet. Die verwendeten diesbezüglichen Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung immer für beide Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung.....	7
2. Methodische Vorgangsweise	9
2.1 Erhebung der institutionellen Rahmenbedingungen des Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism- CDM).....	9
2.2 Auswertung der Projektdatenbank des CDM (Projekt-Stichprobe).....	9
2.3 Wirksamkeitsanalyse des CDM im Hinblick auf seine beiden Hauptziele.....	9
2.3.1 Kosteneffizienz der CO ₂ -Vermeidung der neuen Projekte	9
2.3.2 Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes	13
3. Konzepte und Instrumente im internationalen, nationalen und regionalen Klimaschutz (Kurzdarstellung)	17
3.1 Konzept und Instrumente des Klimaschutzes gemäß Kyoto-Protokoll	17
3.2 Konzepte und Instrumente der Europäischen Union	19
3.3 Konzepte und Instrumente in Österreich.....	21
3.4 Die Bedeutung einer nachhaltigen (regionalen) Klimapolitik in der Raumplanung / Raumordnungspolitik.....	22
4. Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM) als Instrument zur Vermeidung/Reduktion von CO ₂ -Emissionen und zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung der Zielgebiete	25
4.1 Ziele des CDM	25
4.2 Wirkungsweise des CDM	26
4.3 Bildung und Entwicklung des Preises der zertifizierten CO ₂ -Vermeidung (Certified Emission Reductions)	31
4.4 Arten des Erwerbs von zertifizierten CO ₂ -Vermeidungen (Certified Emission Reductions)	35
4.4.1 Originäres Erwirtschaften von zertifizierten CO ₂ -Vermeidungen durch Unternehmungen.....	35
4.4.2 Sekundäres Erwerben der Zertifikate durch Kauf (keine CO ₂ -Vermeidung)	36
4.4.3 Schöpfung von Emissionszertifikaten durch den Staat (keine CO ₂ -Vermeidung)	37
4.4.3.1 Unentgeltliche Übertragung von Zertifikaten an erwerbspflichtige Unternehmungen.....	37
4.4.3.2 Versteigerung von Zertifikaten unter erwerbspflichtigen Unternehmungen	38
5. Analyse der vier Fallstudien/Vier Fallstudien von CDM-Projekten.....	40

5.1	Fallstudie I: Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Speicherkraftwerk in China)	40
5.1.1	Kosteneffizienz der CO ₂ -Vermeidung des neuen Projekts	41
5.1.2	Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes China	49
5.2	Fallstudie II: Ningxia Federal Solar Cooker Project (Solarkraftprojekt in China)	51
5.2.1	Kosteneffizienz der CO ₂ -Vermeidung des neuen Projekts	52
5.2.2	Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes China	59
5.3	Fallstudie III: Nam La Hydro Electric Power Project (Flusskraftwerk in Vietnam) .	61
5.3.1	Kosteneffizienz der CO ₂ -Vermeidung des neuen Projekts	62
5.3.2	Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes Vietnam	67
5.4	Fallstudie IV: Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. (Photovoltaikanlage in Indien)	69
5.4.1	Kosteneffizienz der CO ₂ -Vermeidung des neuen Projekts	70
5.4.2	Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes Indien	75
6.	Vergleichende Gegenüberstellung der Analyseergebnisse der vier Fallstudien und daraus folgende Kritik sowie Ausblick auf Reformen des CDM	77
6.1	Analyseergebnisse zur Kosteneffizienz der CO ₂ -Vermeidung	77
6.2	Analyseergebnisse zum Beitrag der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes	82
6.3	Aus den Analyseergebnissen folgende Kritik am CDM	83
6.4	Die Analyseergebnisse im Lichte der Literatur	85
6.5	Änderungen des EU-Emissionshandelssystems für 2013 bis 2020	90
6.6	Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Wirksamkeit des CDM	92
6.7	Empfehlungen zur Stärkung der Wirksamkeit des CDM	95
7.	Zusammenfassung	97
8.	Verzeichnisse	101
8.1	Quellenverzeichnis	101
8.2	Abbildungsverzeichnis	109
8.3	Tabellenverzeichnis	110
8.4	Abkürzungsverzeichnis	112

1. Einleitung und Problemstellung

Die globale Erderwärmung gilt zu einem großen Teil als menschengemacht und wurde als Konsequenz der mit fossilen Energieträgern vorangetriebenen Industrialisierung ausgelöst. Um den weltweiten Temperaturanstieg auf unter 2° C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, ist eine rasche Umkehr der bisherigen Emissionsentwicklung notwendig. Die Europäische Union hat sich dazu verpflichtet, die CO₂-Emissionen bis 2050 gegenüber den Werten von 1990 um 80-95 % zu reduzieren. Die Entschlossenheit zur Abwendung eines gefährlichen Klimawandels ist ungebrochen hoch. Um den Klimawandel in einem beherrschbaren Ausmaß zu halten, sollten die gegenwärtigen Energiesysteme verändert und ein emissionsarmes Wohlstandsmodell entwickelt werden (Harmeling et al., 2015, S. 38).

Globalen Ursachen für CO₂-Emissionen erfordern, dass ihnen globale Maßnahmen zur Vermeidung entgegengesetzt werden. Im Fokus steht das Bekämpfen des Klimawandels, um zunehmenden Umweltveränderungen Einhalt zu gebieten. In diesem Prozess muss die ökonomische Perspektive im internationalen Klimaschutz aufgrund der knappen Ressourcen berücksichtigt werden. Der Clean Development Mechanism wird als Instrument zur weltweiten Vermeidung der CO₂-Emissionen eingesetzt. Er soll einen Beitrag zur Klimaentlastung leisten, um zukünftige Kosten teurer Anpassungen zu vermeiden. Die zwei Hauptziele des Clean Development Mechanism sind die kosteneffiziente Vermeidung der CO₂-Emissionen und die Förderung der nachhaltigen Entwicklung in den Zielländern. Dies soll durch den Handel mit Emissionszertifikaten ermöglicht werden, der durch seine internationale Ausgestaltung erlaubt, CO₂-Emissionen dort zu reduzieren, wo es am kostengünstigsten ist. Aufgrund der dualen Zielsetzung des Instruments besteht jedoch die Gefahr, dass durch die Umsetzung von CDM-Projekten keine effiziente CO₂-Vermeidung geleistet wird.

Das Ziel der Arbeit ist es, vier ausgewählte Fallstudien von CDM-Projekten dahingehend zu untersuchen, ob sie in globaler Hinsicht CO₂-Emissionen kosteneffizient verringern und ob bzw. inwiefern sie einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Landes leisten in dem sie durchgeführt wurden. Eine grundlegende Besorgnis in der Umsetzung von Clean Development Mechanism-Projekten gilt deren kosteneffizienter Vermeidung von CO₂-Emissionen. Es stellt sich oftmals die Frage ob dieser projektbezogenen Mechanismus überhaupt kosteneffizient ist (Pan, 2005, S. 1401).

Ausgehend von dieser Problematik resultieren folgende zentrale Forschungsfragen für die weitere Arbeit:

Wird durch die vier untersuchten Projekte eine kosteneffiziente CO₂-Vermeidungen im Rahmen des Clean Development Mechanism erzielt?

Inwiefern wird durch die untersuchten Projekte im Rahmen des Clean Development Mechanism ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes geleistet?

Diese Arbeit beschäftigt sich in diesem Zusammenhang auch mit den nationalen bzw. regionalen Standortbedingungen der Projekte. Sowohl der Einfluss auf die Bevölkerung, als auch die strukturellen Entwicklungen, die in Verbindung mit CDM-Projekten stehen, werden untersucht. Die Ergebnisse der Projekte werden untersucht und gegenübergestellt, um festzustellen, ob die Umsetzungen die angestrebten Ziele erfüllen.

2. Methodische Vorgangsweise

2.1 Erhebung der institutionellen Rahmenbedingungen des Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism- CDM)

Im Rahmen dieser Arbeit werden mittels Literaturrecherche die institutionellen Rahmenbedingungen des Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM), die Konzepte und Instrumente im internationalen, nationalen und regionalen Klimaschutz dargestellt.

2.2 Auswertung der Projektdatenbank des CDM (Projekt-Stichprobe)

In Hinblick auf die Erkenntnisziele werden die nachfolgend dargestellten Methoden zur Analyse der Projekte angewendet. Als empirische Grundlage der Untersuchung werden die Projektunterlagen der vier ausgewählten Projekte des Clean Development Mechanism, aus der Datenbank der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (<https://cdm.unfccc.int/>) herangezogen und ausgewertet.

2.3 Wirksamkeitsanalyse des CDM im Hinblick auf seine beiden Hauptziele

2.3.1 Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung der neuen Projekte

Konzeptive Grundlage der Projektanalyse ist die Unterscheidung von vier Systemzuständen:

1. Systemzustand: **Status quo (ein Jahr)**

Basisjahr für die erhobenen Daten der Projektplanung.

2. Systemzustand: **Planungsnullfall** (eine Serie von Jahren; bei Planungen, bei Ex-Ante-Untersuchungen, ausschließlich in der Zukunft)

Betrieb einer hypothetischen konventionellen Anlage mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge wie sie im neuen Projekt vorgesehen ist, jedoch wird die Existenz des letzteren ansonsten aus der Betrachtung ausgeblendet.

3. Systemzustand: **Maßnahmenfall außerhalb des CDM** (eine Serie von Jahren; bei Ex-Ante-Untersuchungen ausschließlich in der Zukunft)

Betrieb des neuen Projekts mit der gleichen elektrischen Energiemenge wie jene der hypothetischen Anlage im Planungsnullfall, jedoch wird angenommen, dass das Projekt nicht im Rahmen des CDM umgesetzt wird. Die im 2. Systemzustand hypothetisch angenommene Anlage wird im 3. Systemzustand als inexistent angenommen, weil sie durch die Inbetriebnahme des neuen Projekts vermieden werden konnte.

4. Systemzustand: **Maßnahmenfall im Rahmen des CDM** (eine Serie von Jahren; bei Ex-Ante-Untersuchungen ausschließlich in der Zukunft)

Betrieb des neuen Projekts im Rahmen des CDM. Dieser institutionelle Rahmen bewirkt, dass die im Vergleich zum Planungsnullfall festgestellte Vermeidung von CO₂-Emissionen erstens CDM-offiziell gemessen und registriert und zweitens dem Projektbetreiber als Emissionszertifikate (Certified Emission Reductions, abgekürzt CERs) gutgeschrieben werden. Die Periode der Gutschreibung von Certified Emission Reductions beginnt im 4. Systemzustand mit dem ersten Betriebsjahr und die ausgegebenen CERs werden bei der Projektbewertung in Form der jährlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate zu dem bei der Projektplanung angenommenen Zertifikatspreis berücksichtigt.

2.3.1.1 Analyse des internen Zinssatzes eines neuen Projekts außerhalb und im Rahmen des CDM

Bei der Investitionsanalyse wird der Maßnahmenfall außerhalb des CDM mit dem Maßnahmenfall im Rahmen des CDM verglichen. Die Ergebnisvariable der Investitionsanalyse ist der interne Zinssatz (IRR – Internal Rate of Return) des Projekts. Es wird geprüft, ob der interne Zinssatz des Projekts außerhalb des CDM unterhalb des (vom Zielland) geforderten Mindestniveaus („Rentabilitätsschwelle“) liegt und es somit nicht realisiert werden würde. Sodann wird geprüft, ob der interne Zinssatz des Projekts, wenn es im Rahmen des CDM verwirklicht werden würde, d. h. durch Einbeziehung der zusätzlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate, die Rentabilitätsschwelle überschreitet. Nur in diesem Fall würde es sich um ein CDM-induziertes zusätzliches Projekt handeln (Kriterium der „Zusätzlichkeit“).

2.3.1.2 Vermeidung / Reduktion der CO₂-Emissionen durch das neue Projekt

Die jährlich durch das neue Projekt vermiedenen Emissionen ergeben sich als Differenz zwischen den Emissionen der angenommenen Anlage im Planungsnullfall und jener des neuen Projekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM. Diese vermiedenen Emissionen treten laut Planung zwar in allen Jahren der vorgesehenen wirtschaftlichen Betriebsdauer des Projekts ein, sie werden aber nur für die Jahre der CER-Gutschreibungsperiode¹ zertifiziert.

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

ER_y = Emissionsvermeidung (t CO₂ p.a.)

*BE_y = Emissionen der angenommenen Anlage
im Planungsnullfall (t CO₂ p.a.)*

*PE_y = Emissionen des neuen Projekts im Maßnahmenfall im Rahmen
des CDM (t CO₂ p.a.)*

2.3.1.3 Spezifische CO₂-Vermeidungskosten des neuen Projekts

Die CO₂-Vermeidungskosten bei Realisierung des neuen Projekts im Rahmen des CDM werden als Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne ausgewiesen, sie sind eine Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das neue Projekt. Die CO₂-Vermeidungskosten des neuen Projekts ergeben sich als Differenz zwischen den in den Projektunterlagen ausgewiesenen, im Voraus erwarteten Gesamtkosten des neuen Projekts im Maßnahmenfall (im Rahmen des CDM) und der, von der Verfasserin angenommenen, Gesamtkosten der hypothetischen, hinsichtlich der gewonnen Energiemenge äquivalenten, Anlage im Planungsnullfall. Die ermittelte Differenz der Gesamtkosten wird dividiert durch die Menge der durch das neue Projekt im Rahmen des CDM vermiedenen Emissionen. Das Ergebnis sind die von den Projektbetreibern geplanten CO₂-Vermeidungskosten, innerhalb der Bandbreite möglicher Prognosefehler. Die Kosten sind ein Mittel, um die ökonomische Bewertung vorzunehmen, durch jene ermittelt wird ob eine

¹Die CER-Gutschreibungsperiode eines CDM-Projekts beginnt mit dem ersten Zeitpunkt der Emissionsvermeidung, ab dem jährlich Certified Emission Reductions ausgegeben werden. Die CER-Gutschreibungsperiode umfasst somit entweder die ersten sieben Jahre der Betriebsdauer und kann zweimal verlängert werden; oder sie wird einmalig sogleich auf die ersten zehn Jahre der Betriebsdauer festgelegt (CDM Rulebook, 2016, Kapitel: Crediting Period).

Maßnahme günstiger umgesetzt werden könnte und werden folgendermaßen berechnet (Lucht und Spangardt, 2005, S. 153-154):

$$K = \frac{p - p_0}{e_0 - e} = \frac{\Delta p}{\Delta e} \quad [\text{€/t CO}_2]$$

K: CO₂-Vermeidungskosten (€/t CO₂)

p: Gesamtkosten laut Projektplanung des neuen Projekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM (€)

p₀: Gesamtkosten laut Annahme der Verfasserin einer hypothetischen Anlage im Planungsnullfall mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge wie sie im neuen Projekt vorgesehen ist (€)

e: Emissionsvermeidungen laut Projektplanung des neuen Projekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM (t CO₂)

e₀: Emissionsvermeidung laut Annahme der Verfasserin einer hypothetischen Anlage mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge wie sie im neuen Projekt vorgesehen ist, im Planungsnullfall (t CO₂)

2.3.1.4 Vergleich der spezifischen CO₂-Vermeidungskosten mit dem CER-Preis

Neben den CO₂-Vermeidungskosten als erste Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der geplanten Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das neue Projekt ist der CER-Preis auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig die zweite Grundlage. Hat man beide ermittelt, lässt deren Vergleich die zentrale Aussage zu, ob durch das neue Projekt CO₂-Emissionen kosteneffizient vermieden werden bzw. welches Niveau der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung erzielt wird. Je niedriger der CER-Preis ist relativ zu den spezifischen CO₂-Vermeidungskosten, ausdrückbar als Quotient, desto geringer ist das Niveau der relativen Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung. Je größer dieser Quotient ist (über 1), desto höher ist das Niveau der Kosteneffizienz. Je niedriger (unter 1) er ist, desto niedriger ist sie. Dem CDM-Regime liegt die zentrale Annahme zugrunde, dass der CER-Preis die minimalen Grenzkosten der Emissionsvermeidung durch irgendeine Art von Projekt irgendwo in einem der Länder, die am CDM-Regime teilnehmen, reflektiert. Sind die CO₂-Vermeidungskosten des geplanten Projekts niedriger als der CER-Preis, dann gilt die Emissionsvermeidung durch das neue Projekt im Rahmen des CDM als kosteneffizient. Sind die CO₂-Vermeidungskosten

des geplanten Projekts höher als der CER-Preis, gilt die Emissionsvermeidung durch das geplante Projekt als kostenineffizient. Denn sie könnte alternativ anderswo zu geringeren Kosten erzielt werden als im geplanten Projekt. Ein derartiges Projekt wird daher nicht als CDM-Projekt registriert. Dadurch erhält es *nicht* Bonus, dass seine vermiedenen Emissionen zertifiziert werden und dadurch zu zusätzlichen Erlösen aus dem Verkauf der Emissionszertifikate führen (oder zusätzlichen Kosten einer kompensatorischen eigenen CO₂-Vermeidung entbehrlich machen).

2.3.1.5 Geplante im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung des Projekts und des CER-Preises²

Nun wird die Entwicklung der durch das neue Projekt im Rahmen des CDM laut Projektplanung während der ersten CER-Gutschreibungsperiode vermiedenen Emissionen und des CER-Preises dargestellt und im Anschluss mit der tatsächlichen Entwicklung der beiden Größen verglichen.

2.3.2 Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes

Zur Analyse des Beitrags der vier untersuchten CDM-Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes wird eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Die drei Gruppen von Nutzenvariablen (Eingangsgrößen) sind erstens der Beitrag des CDM-Projekts zur Erhöhung der ökonomischen Effizienz des Ressourceneinsatzes und der Beitrag zur sozialen Ausgewogenheit der Gesellschaft sowie die ökologische Wirksamkeit des Projekts im Zielland. Jede Gruppe von Nutzenvariablen setzt sich aus drei bis vier Teilvariablen zusammen, anhand derer das Projekt durch die Verfasserin bewertet wird. Die Variablenausprägung wird auf einer Skala zwischen -1 Punkt (mangelhaft) bis +1 Punkt (sehr gut) bewertet. Die Skala beinhaltet Abstufungen im Ausmaß von Zehntel-Punkten. Jede Variablenausprägung zeigt den vom Projekt bewirkten Teilnutzwert des Projekts. Für jede Gruppe der Nutzenvariablen wird die Summe der Teilnutzwerte ermittelt und dargestellt. Das Projekt mit der höchsten Punktzahl entspricht den definierten Nutzenvariablen am besten. Das Bewertungsschema der Nutzwertanalyse basiert auf einer Studie von Alexeew et al. und wird im Folgenden näher erläutert (Alexeew et al., 2010, S.236-240).

² Diese Analyse wird aufgrund mangelnder Informationen in den Projektunterlagen nur bei den Projekten aus den Fallstudien I und Fallstudien II durchgeführt.

2.3.2.1 Beitrag des Projekts zur Erhöhung der ökonomischen Effizienz des Ressourceneinsatzes im Zielland

Einsatz innovativer Technik

Der Transfer innovativer Technik in das Zielland wird untersucht. Eine Bewertung durch die Verfasserin mit 1 bedeutet, dass aus den Daten in den Projektunterlagen gefolgert werden kann, dass das Projekt den Einsatz innovativer Technik in hohem Maß mit sich bringt. Mit -1 wird das Projekt bewertet, wenn eine veraltete Technik eingesetzt wurde.

Schaffung von Arbeitsplätzen

Das Ausmaß neuer Arbeitsplätze, die direkt und indirekt für die Projektumsetzung geschaffen würden, wird untersucht. Werden während der Bauphase und der Betriebsphase direkte Arbeitsplätze geschaffen und zusätzlich indirekte Beschäftigungseffekte erzielt, wird dies mit 1 bewertet, im gegenteiligen Fall mit -1. Auch hier erlaubt die Skala Abstufungen von Zehntel-Punkten.

Höhe des internen Zinssatzes des Projekts

Der finanzielle Nutzen der Projektumsetzung für die nationale Wirtschaft des Ziellandes wird untersucht. Hierbei gilt die Kapitalverzinsung des CDM-Projekts als Indikator, inwieweit die Investition wirtschaftlich lohnenswert war. Liegt die Kapitalverzinsung bei über 10 % wird ein positiver Effekt auf die nationale Wirtschaft durch das CDM-Projekt angenommen. Eine Kapitalverzinsung von 0 % wird mit -1 bewertet. Je höher die Kapitalverzinsung ausfällt, desto höher erfolgt die Bewertung.

Höhe der CO₂-Vermeidungskosten

Die geplanten Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne der vier dargestellten CDM-Projekte werden auch bei dieser Methode herangezogen. Das CDM-Projekt mit den höchsten geplanten CO₂-Vermeidungskosten im Maßnahmenfall wird mit -1 bewertet, das mit den geringsten Kosten 1 bewertet.

2.3.2.2 Beitrag des Projekts zur sozialen Ausgewogenheit der Gesellschaft des Ziellandes

Beteiligung von Interessensgruppen

Die Partizipation von Interessensgruppen (Anrainer oder andere durch das Projekt betroffene Personen) während der Projektplanung wird von der Verfasserin untersucht. CDM-Projekte, die Ergebnisse der Partizipation in den Projektunterlagen dokumentieren, werden mit 1

bewertet. Die schlechteste Beurteilung mit -1 erhalten CDM-Projekte, die den Interessensgruppen lediglich Informationen zur Projektumsetzung bereitgestellt haben.

Soziale Vorteile für ärmere Bevölkerungsgruppen

Es wird von der Verfasserin untersucht ob im Rahmen der Projektumsetzung eine Verbesserung der regionalen Infrastruktur für ärmere Bevölkerungsgruppen stattfindet. Projekte werden mit 1 bewertet, wenn sie mindestens folgende vier Indikatoren für die lokale Bevölkerung verbessern: Förderung der Berufsbildung, Förderung der schulischer Ausbildung, Ausbau von Straßen und eine Verbesserung der medizinischen Versorgung. Eine negative Bewertung erhalten Projekte, die zur Verschlechterung von mindestens einem Indikator führen.

Unterstützung der Entwicklung armer Regionen

Der Beitrag zur Armutsminderung im Zielland wird von der Verfasserin untersucht. Als Indikator gilt die Höhe des Pro-Kopf-Einkommens pro Tag der armutsgefährdeten Bevölkerung des Ziellandes³. Die Projektumsetzung in den Ländern mit dem höchsten Anteil werden mit 1 bewertet und mit den niedrigsten mit -1.

Einfluss auf die Lebensqualität

Es wird von der Verfasserin untersucht ob bzw. inwieweit durch Realisierung des Projekts zu einer Verbesserung der Lebensqualität der lokalen Bevölkerung beigetragen wird. Dies kann durch eine Verminderung der Lärm- oder Geruchsbelastung und durch Verbesserung der Arbeitsbedingungen, inklusive der Verminderung des Unfallrisikos bzw. Erhöhung der Arbeitssicherheit, erzielt werden. Wenn drei dieser Indikatoren durch die Projektumsetzung erfüllt werden, wird dies mit 1 bewertet. Eine negative Bewertung wird bei einer Verschlechterung der angeführten Indikatoren vergeben.

2.3.2.3 Ökologische Wirksamkeit des neuen Projekts im Zielland

Die folgenden Kriterien werden für die Beurteilung der ökologischen Wirksamkeit des geplanten CDM-Projekts herangezogen. Ökologische Wirksamkeit liegt dann vor, wenn das Projekt den gewünschten Umwelteffekt auch faktisch aufweist (Feess, 2016). Jedem Kriterium wird ein positiver oder negativer Teilwert mit einer maximalen Bewertung von je -1 oder 1 zugesprochen.

³ Zur Erfassung des Armutsrisikos in den Zielländern wurde als Datengrundlage eine veröffentlichte Statistik der Weltbank über Armut und Ungleichheit herangezogen (The World Bank, 2016).

Einfluss auf die Luft

Es wird von der Verfasserin untersucht, ob bzw. inwieweit im Rahmen der CDM-Projektumsetzung CO₂-Emissionen oder anderer Luftschadstoffe vermieden werden.

Einfluss auf den Boden

Es wird von der Verfasserin untersucht, ob bzw. inwieweit im Rahmen der CDM-Projektumsetzung die Bodenfruchtbarkeit erhöht, die Bodenerosion vermindert und die biologischen Vielfalt erhöht, wird.

Einfluss auf das Wasser

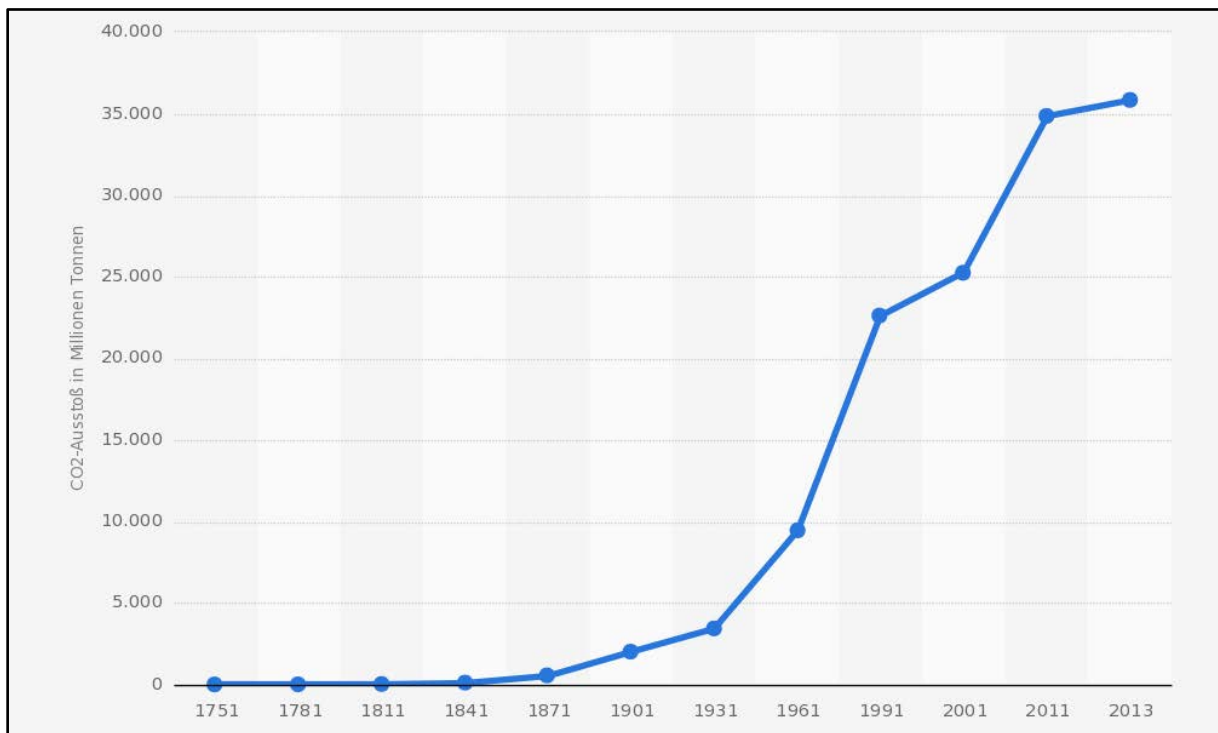
Schließlich wird noch ermittelt, ob im Rahmen der CDM-Projektumsetzung, die Wasserqualität verbessert, die Wasserverfügbarkeit sowie die biologische Vielfalt erhöht, wird.

3. Konzepte und Instrumente im internationalen, nationalen und regionalen Klimaschutz (Kurzdarstellung)

3.1 Konzept und Instrumente des Klimaschutzes gemäß Kyoto-Protokoll

Über die Frage wie viel CO₂-Emissionen verringert werden und welchen Anteil des Klimaschutzes und der Anpassung an die Klimafolgen in Entwicklungsländern die Industrieländer bezahlen, wurde im Rahmen der 1992 in Rio verabschiedet und in 1994 im Rahmen der in Kraft getretenen Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), verhandelt. Die Industrieländer verabschiedeten im Rahmen dieser UN-Klimaschutz-Rahmenkonvention ein bedeutendes Protokoll, das den Weg zu einer Reduktion der weltweiten Treibhausgasemissionen bereiten sollte. Für das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls mussten 55 Staaten, die mindestens 55 % der CO₂-Emissionen der Industrieländer von 1990 abdeckten, das Abkommen ratifizieren. Mithilfe festgelegter Minderungsziele wurde der Grundstein für eine verbindliche Zusammenarbeit zur Eindämmung der weltweiten CO₂-Emissionen gelegt. Die Industriestaaten, die zugleich auch als Vertragspartner auftreten, verpflichten sich ihre Gesamtemissionen um mindestens 5 % unter dem Wert von 1990 zu verringern. Hiervon ausgenommen sind China, Indien und Entwicklungsländer, die keine festen Vorgaben zu Minderungsvereinbarungen haben. Hier verfährt man nach dem Verursacherprinzip, denn der Großteil der CO₂-Emissionen wird von Industrieländern verursacht. Im Jahr 2012 verpflichteten sich 194 Staaten zu einer zweiten Verpflichtungsperiode im Rahmen des Kyoto-Protokolls von 2013 bis 2020 (Harmeling et al., 2015, S. 38-62). Die Länder mit Minderungsverpflichtungen sind die EU und ihre 27 Mitgliedstaaten, Australien, Island, Kasachstan, Kroatien, Liechtenstein, Monaco, Norwegen, Schweiz, Ukraine und Weißrussland. Im Durchschnitt verpflichten sich diese Länder ihre nationalen CO₂-Emissionen bis 2020 um 18 % gegenüber 1990 zu senken (Umweltbundesamt, 2013).

Abbildung 1: Weltweite Entwicklung der ausgegebenen CO₂-Emissionen 1751–2013



Quelle: Statista, 2016; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

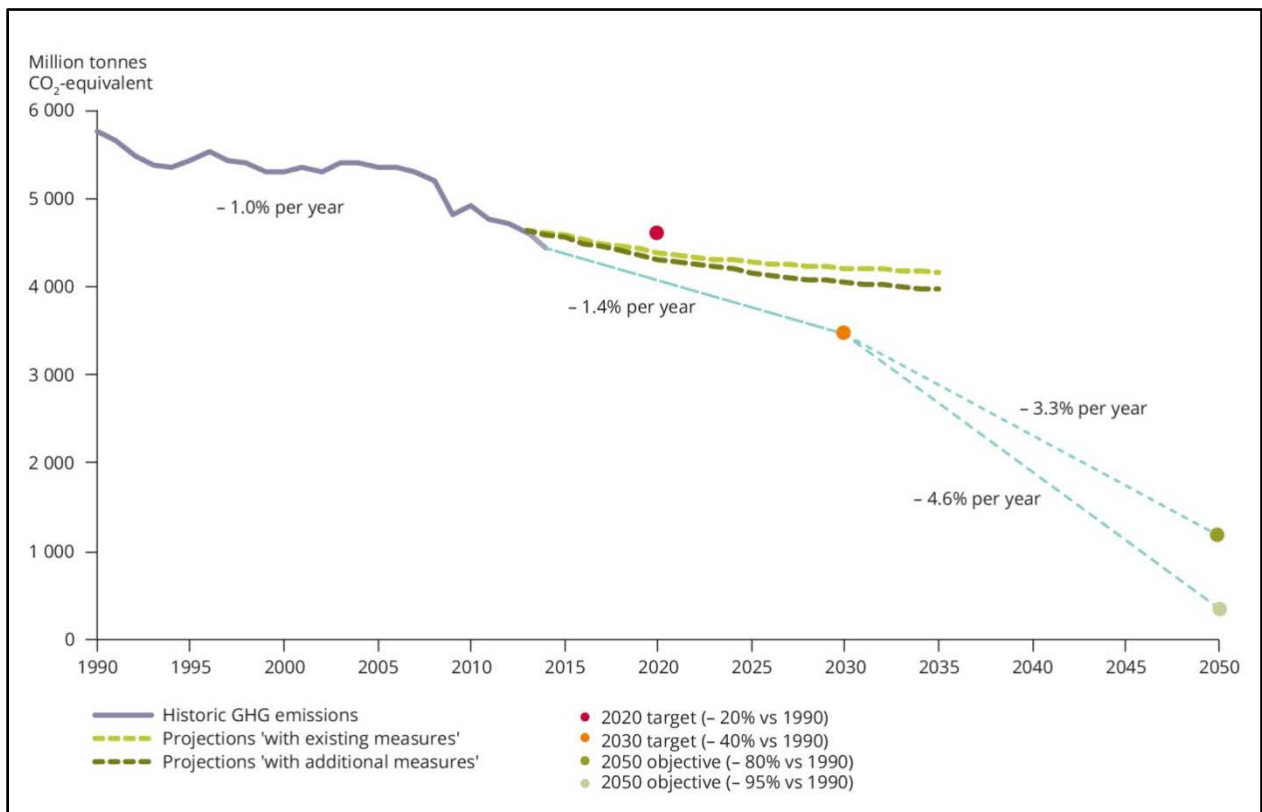
In Abbildung 1 wird die weltweite Entwicklung der ausgegebenen CO₂-Emissionen gezeigt. Im Jahr 2001 wurden weltweit rund 25 Milliarden Tonnen CO₂ ausgestoßen. Die größte Menge an CO₂-Emissionen wurde im Jahr 2013 von rund 36 Milliarden Tonnen verzeichnet. Die größten CO₂-Emittenten gemessen am Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen sind China, die USA, Indien, Russland und Japan.

Das Kyoto-Protokoll empfiehlt drei flexible Instrumente zur kosteneffizienten Vermeidung von CO₂-Emissionen. Zu diesen zählen der Emissionshandel, Gemeinschaftsreduktionen und der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM) (Pan, 2005, S. 1402). Die Unternehmen spielen bei der Anwendung der flexiblen Instrumente, insbesondere bei projektbezogenen Mechanismen wie dem CDM, eine wichtige Rolle. Da die Minderungsziele für CO₂-Emissionen an nationale Regierungen adressiert sind, werden Unternehmen somit nicht direkt durch das Kyoto-Protokoll verpflichtet. Dennoch ist ihre Integration in den Kyoto-Prozess ein wesentlicher Erfolgsfaktor, um internationale Projekte zur CO₂-Vermeidung umzusetzen (Stockmayer, 2001, S. 203).

3.2 Konzepte und Instrumente der Europäischen Union

Für die 2. Kyoto-Verpflichtungsperiode 2013–2020 vereinbarte die Europäische Union (EU) ihre CO₂-Emissionen bis 2020 um 20 % gegenüber 2005 zu senken. In 2014 hat die EU-Kommission eine neue Leitlinie für den Rahmen der europäischen Energie- und Klimapolitik bis zum Jahr 2030 vorgestellt. Diese Mitteilung sieht vor, dass die CO₂-Emissionen bis 2030 verbindlich um 40 % unter das Niveau von 1990 gesenkt werden sollen und dass der Anteil der erneuerbaren Energien auf mindestens 27 % erhöht werden soll (BMLFUW, 2014, S. 267).

Abbildung 2: Entwicklung der ausgegebenen CO₂-Emissionen in der EU 1990–2014 und Prognosen der zukünftigen CO₂-Emissionen in der EU in Hinblick auf die EU-Klimaschutzziele bis 2050



Quelle: EEA, 2015, S.11; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

In Abbildung 2 wird die Entwicklung der ausgegebenen CO₂-Emissionen in der EU ab 1990 dargestellt. Bis zum Jahr 2014 wird eine jährliche Verminderung der ausgegebenen CO₂-Emissionen von -1,4 % zum Basisjahr 1990 festgestellt. Laut European Environment Agency wird in den nächsten Jahren bis 2050 eine starke Verminderung der ausgegebenen CO₂-Emissionen prognostiziert.

Zur Einhaltung der EU-Klimaschutzbestrebungen wird das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS – European Union Emission Trading System) als Instrument eingesetzt, das rund 40 % der CO₂-Emissionen der Europäischen Union umfasst. Im Rahmen des EU-ETS müssen große industrielle Anlagen, vorwiegend der energieintensiven Industrie, bis 2020 um 21% weniger an CO₂-Emissionen gegenüber 2005 ausgeben. Der Europäische Entscheidung zur Lastenverteilung ("Burden-Sharing-Agreement") unterliegen Unternehmen die nicht am Europäischen Emissionshandel teilnehmen. Diese Entscheidung der EU legt fest, dass kleinere Unternehmen im Schnitt um 10 % weniger CO₂-Emissionen in 2020 im Vergleich zu 2005 ausgeben dürfen, wobei für jeden Mitgliedsstaat ein individuelles Ziel festgelegt wurde (BMLFUW, 2015 a).

Klimakonferenz in Paris 2015

Auf der UN-Klimakonferenz in Paris 2015 wurde das neue weltweite Klimaschutzabkommen beschlossen. Im Rahmen der Klimakonferenz bekannten sich über 110 Staaten der Welt das erst Mal vertraglich dazu, eigene Beiträge im Kampf gegen den Klimawandel zu leisten. Die Ziele des Vertrages sind die Begrenzung der Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau (BMLFUW, 2015 c). Der Vertrag schreibt die Verpflichtung für Industrieländer fort, Klimafinanzierung bereit zu stellen und ermöglicht auch freiwillige Beiträge anderer Länder. Bis zum Jahr 2020 soll es erreicht werden, dass jährlich 100 Mrd. US-Dollar für die Klimafinanzierung mobilisiert werden. Dieses Finanzierungsziel soll dann bis zum Jahr 2025 in jeweils gleicher Höhe beibehalten werden. Fast alle Staaten hatten im Laufe des Jahres 2015 eigene Klimaschutzziele erarbeitet und zu Beginn der Konferenz waren durch diese etwa 95% der weltweiten CO₂-Emissionen abgedeckt. Die Staaten sind zwar völkerrechtlich verpflichtet, Maßnahmen zu ergreifen, um ihre Ziele zu erreichen aber es sind keine Sanktionen bei Nichterfüllung vorgesehen. Erstmals muss von alle Staaten über ihre nationalen Maßnahmen und Ergebnisse in Bezug auf den Klimaschutz berichtet werden. Entwicklungsländer erhalten Unterstützung, um die hohen Anforderungen einer detaillierten Berichterstattung zu erfüllen. Dadurch soll ein Überblick über die Situation in den einzelnen Ländern gewonnen werden (Hendricks, 2016, S. 8 f.).

Weimann (2016) argumentiert, dass das verabschiedete Klimaschutzabkommen von Paris einen Fortschritt darstellt, jedoch könne eine erfolgreiche Klimapolitik nur durch internationale Maßnahmen erzielt werden. Im Sinne eines effektiven Ressourceneinsatzes müsste die Vermeidung der CO₂-Emissionen dort betrieben werden, wo sie die geringsten Kosten verursacht, d.h., sie sollte kosteneffizient erfolgen. Durch das Abkommen von Paris

wird der Beitrag zum Klimaschutz der einzelnen Staaten auf nationale Maßnahmen festgelegt und die Möglichkeit eines internationalen Emissionshandels wird nicht berücksichtigt (Weimann, 2016, S. 3 ff.).

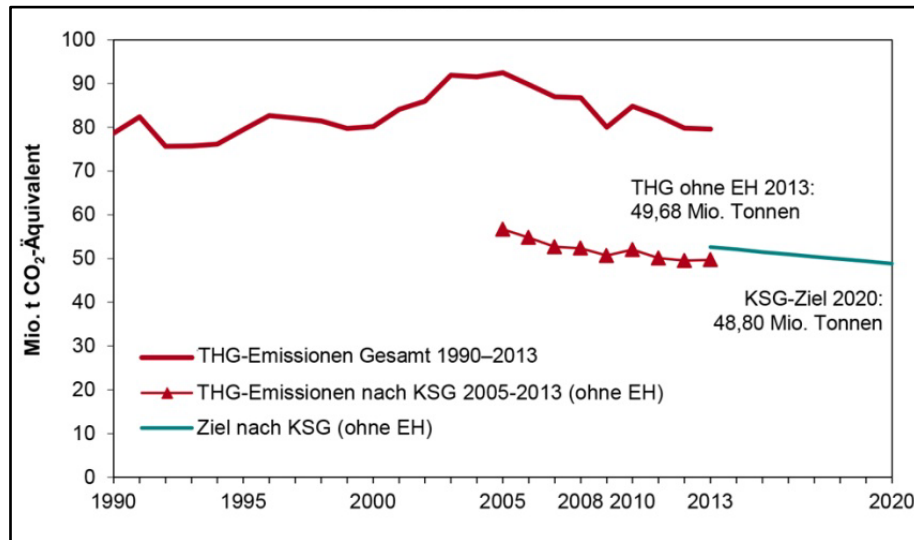
3.3 Konzepte und Instrumente in Österreich

Für die 2. Kyoto-Verpflichtungsperiode von 2013–2020 verpflichtete sich Österreich zur Teilnahme am grenzüberschreitenden Europäischen Emissionshandelssystem. Im Rahmen des Österreichischen Klimaschutzgesetzes müssen Unternehmen die nicht am Emissionshandelssystem teilnehmen, bis 2020 um 16 % weniger CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 2005 ausgeben (BMLFUW, 2015 a).

Durch das Österreichische Klimaschutzgesetz wurden zur Einhaltung der genannten Verpflichtung Höchstmengen für CO₂-Emissionen aus Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und allen weiteren Quellen, die nicht im Emissionshandel festgesetzt. Das nationale Ziel für 2014 wurde mit rund 48,2 Mio. Tonnen um rund 3,9 Mio. Tonnen unterschritten.

In Abbildung 3 wird der Verlauf der ausgegebenen CO₂-Emissionen in Österreich im Vergleich zum Ziel des Klimaschutzgesetzes gezeigt. Zwischen 2005 und 2009 wurde ein kontinuierlicher Rückgang der CO₂-Emissionen verzeichnet, dieser wurde auf die Wirtschaftskrise zurückgeführt. Die darauf folgende Verbesserung des Wirtschaftswachstums führte zu einem kurzzeitigen Anstieg der ausgegebenen CO₂-Emissionen in 2009. Trotz Wirtschaftswachstum wurde der Rückgang der CO₂-Emissionen ab 2011 durch den geringeren Einsatz fossiler Energieträger erreicht. Dieser abnehmende Trend wurde ab 2013 fortgesetzt (Anderl et al., 2015, S. 16).

Abbildung 3: Verlauf ausgegebenen CO₂-Emissionen in Österreich (1990–2013) im Vergleich mit dem CO₂-Emissionsziel nach dem Österreichischen Klimaschutzgesetz bis 2020



Quelle: Anderl et al., 2015, S. 16; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

3.4 Die Bedeutung einer nachhaltigen (regionalen) Klimapolitik in der Raumplanung / Raumordnungspolitik

Die Art und Weise, wie Raumplanung eingesetzt wird, leistet einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz. In den politischen Konzepten zum Klimaschutz spielt die Raumplanung meist nur eine Nebenrolle, jedoch kann eine Gesamtstrategie des Klimaschutzes auf die Beiträge aus der Raumplanung nicht verzichten (Ritter, 2007, S. 532).

Das Österreichische Raumentwicklungskonzept 2011 bezieht sich auf die gesamtstaatliche Raumordnung in Österreich und empfiehlt ein unverbindliches Handlungsprogramm für einen Zeitraum von 10 Jahren. Das ÖREK ist an alle relevanten Akteure (Bund, Länder, Städte und Gemeinden) und Fachbereiche in der Raumordnung gerichtet und legt eine gemeinsame Strategie dar. Ein wichtiger Bestandteil des Handlungsprogrammes bezieht sich auf Klimawandel, Anpassungen und Ressourceneffizienz. Das Österreichische Raumentwicklungskonzept 2011 erläutert die langfristige Beeinflussung der Raumnutzung und räumlichen Entwicklungspotenziale durch den Klimawandel in Österreich und legt eine generelle Zielsetzung fest. Um sowohl den Energiebedarf als auch die Klimaschutzpolitik nachhaltig zu gestalten, soll eine nachhaltige Siedlungs- und Verkehrsentwicklung realisiert werden. In Folge dessen gilt es weitere Flächenversiegelungen einzugrenzen und die

Ressourceneffizienz sicherzustellen. Außerdem soll eine Reduktion der CO₂-Emissionen erfolgen, um dem Klimawandel ursächlich zu begegnen. Im räumlichen Verbund werden eine Verringerung des Energiebedarfs und eine Verlagerung zu erneuerbaren Rohstoffen angestrebt. Das Handlungsprogramm sieht den Einsatz von raumordnerischen Maßnahmen vor, um bei der Bewältigung der Folgen des Klimawandels zu helfen und die Gefährdungen von Siedlungen und Gesellschaft zu begrenzen. Des Weiteren sollen durch eine verstärkte Ressourceneffizienz, mögliche negative Effekte einer Ressourcenverknappung oder -verteuerung ausgeglichen werden (ÖROK, 2011, S. 62 f.).

Durch die Verringerungen der Treibhausgasemissionen leistet die Raumplanung einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Die Höhe der ausgegebenen CO₂-Emissionen ist eng mit der Raumnutzung und der Siedlungsweise verbunden und kann durch raumbezogene Planungsentscheidungen gelenkt werden. Diese betreffen maßgeblich die Verringerung des Verkehrsaufkommens und des Flächenverbrauches. Als Teilziel einer nachhaltigen Raumentwicklung beinhaltet der Klimaschutz die langfristige Gestaltung von energieeffizienten Raumstrukturen mit geringen CO₂-Emissionen (Fleischhauer und Bornefeld, 2006, S. 161-164).

Die Umstrukturierung der Energieerzeugung durch Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energiegewinnung gehört zu den wesentlichen klimaschutzrelevanten Maßnahmen. Die Raumplanung kann hierfür notwendige Flächen sichern, indem sie geeignete Gebiete für die Errichtung energieeffizienter Anlagen oder für entsprechende Nutzungen ausweist. Die Ausweisung neuer Standorte durch die Raumplanung ermöglicht außerdem die Erneuerungen an Kraftwerksparks voranzutreiben um dadurch die Energieeffizienz der Kraftwerksanlagen zu steigern (Ritter, 2007, S. 532).

Zudem kommt der Raumplanung im Bereich der Anpassungen an die Folgen der Klimaveränderungen eine bedeutende Aufgabe zu. In Bezug auf die natürlichen Ressourcen sind aus der Sicht der Raumplanung insbesondere, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Temperaturen in Städten und auf den Wasserhaushalt von Bedeutung. Zur präventiven Vermeidung von Wärmeinseln in Städten und weiterer negativen Veränderungen, z. B. Konzentration von CO₂-Emittenten werden wichtige planerische Ansätze festgelegt. Ein wichtiger Ansatz besteht in der Freihaltung von Flächen und der Gestaltung der Bebauung. Der Bebauungs- und Flächenwidmungsplan dient hier als Instrument zur Nutzungsdarstellung von Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung als Grünflächen, als Wasserfläche oder als, von der Bebauung freizuhaltender, Fläche (Fleischhauer und Bornefeld, 2006, S. 161-171).

Aus Sicht der Raumplanung ist bei denjenigen klimabezogenen Naturgefahren der größte Handlungsbedarf zu erwarten, bei denen eine hohe raumplanerische Relevanz, d. h. eine hohe Standortgebundenheit, besteht. Dies betrifft vor allem Flussüberschwemmungen und Sturzfluten, Murgänge, Berg- und Erdrutsche, Sturmfluten sowie Waldbrände. Durch die Raumordnungsgesetze können gefährdete und schützenswerte Flächen von zukünftigen Nutzungen als Siedlungs- und Verkehrsflächen freigehalten werden. Zu diesen zählen beispielsweise überschwemmungs- und lawinengefährdete Gebiete, Wasserrückhalteflächen und Flächen für Schutzanlagen. Außerdem kann die Raumplanung darüber hinaus differenzierte Entscheidungen zur weiteren Landnutzung der freigehaltenen Flächen treffen, z. B. könnte die landwirtschaftliche Nutzung eines selten überschwemmten Gebiets als zulässig erachtet werden, wohingegen eine Wohnnutzung nicht zugelassen werden sollte (Fleischhauer und Bornefeld, 2006, S. 167-171).

4. Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM) als Instrument zur Vermeidung/Reduktion von CO₂-Emissionen und zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung der Zielgebiete

Der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM) ist ein Instrument des Kyoto-Protokolls und ermöglicht Unternehmen mit CO₂-Vermeidungszielen aus Industrieländern in emissionsvermeidende Projekte in Entwicklungs- und Schwellenländern zu investieren. Diese Investitionen werden als Alternative zu teureren CO₂-Vermeidungsmaßnahmen im eigenen Land getätigt. Die Umsetzung der CDM-Projekte erfolgt in Zielländern, die keine Reduktionsverpflichtungen im Zuge der Umsetzung des Kyoto-Protokolls übernommen haben (KPC b, 2015).

4.1 Ziele des CDM

Im Kyoto-Protokoll wird das Ziel des Clean Development Mechanism folgendermaßen definiert:

„ 2. The purpose of the clean development mechanism shall be to assist Parties not included in Annex I in achieving sustainable development and in contributing to the ultimate objective of the Convention, and to assist Parties included in Annex I in achieving compliance with their quantified emission limitation and reduction commitments under Article 3.

3. Under the clean development mechanism:

(a) Parties not included in Annex I will benefit from project activities resulting in certified emission reductions; and

(b) Parties included in Annex I may use the certified emission reductions accruing from such project activities to contribute to compliance with part of their quantified emission limitation and reduction commitments under Article 3, as determined by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol.“

(UNFCCC, 1998, S. 11).

Artikel 12 des Kyoto-Protokolls definiert, dass Unternehmen aus Industrieländern emissionsvermeidende Projekte in Entwicklungsländern umsetzen dürfen. Der Clean Development Mechanism hat sich zwei grundlegende Ziele gesetzt, die sowohl ökonomische als auch entwicklungsfördernde Maßnahmen, darstellen. Ein Ziel ist es den Industriestaaten eine kosteneffiziente Durchführung von CO₂-Vermeidungen zu ermöglichen. Der zweite Vorsatz besagt, dass die nachhaltige Entwicklung der Zielländer, durch die Projektumsetzung im Rahmen des CDM, gefördert werden soll.

4.2 Wirkungsweise des CDM

Im Rahmen des CDM wird Industrieländern mit Emissionszielen, bzw. autorisierten öffentlichen oder privaten Unternehmen aus diesen Ländern, erlaubt in Projekte in Entwicklungs- und Schwellenländer zu investieren, die CO₂-Emissionen vermeiden und einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes, leisten (Holm, 2007, S. 61). Die Potenziale der Entwicklungsländer zur kosteneffizienten CO₂-Vermeidung, die Förderung der nachhaltigen Entwicklung und des Techniktransfers in diese Länder sollen mithilfe des CDM ausgeschöpft werden (Fraunhofer ISI, 2005, S. 19). Im Rahmen des Kyoto-Protokolls wurden sechs Kyoto-Gase CO₂, CH₄, N₂O, HFKW, FKW und SF₆ als relevante Treibhausgase festgelegt. Diese werden als Maß wird die Minderung der CO₂-Emissionen herangezogen, wobei die anderen Treibhausgase auf CO₂-Äquivalente (CO₂-e) umgerechnet werden (Lucht und Spangardt, 2005, S. 8).

Die Teilnahme am CDM erfolgt freiwillig und erfordert eine Registrierung der geplanten Projekte beim CDM-Exekutivrat. Tabelle 1 zeigt den Projektzyklus, die wesentlichen Arbeitsschritte und beteiligten Akteure während der Umsetzung von Projekten im Rahmen des CDM. Das Project Design Document (PDD), das durch den Projektträger für die Registrierung des Projekts im Rahmen des CDM vorgelegt wird, muss mehrere Kriterien erfüllen. Die Grundvoraussetzung ist die Ratifizierung des Kyoto-Protokolls im Herkunftsland des Projektträgers. Des Weiteren, muss vonseiten des Ziellandes die Bestätigung zur freiwilligen Teilnahme an dem vorgeschlagenen Clean Development Mechanism-Projekt erbracht und ebenfalls das Kyoto-Protokoll ratifiziert werden. (UNFCCC, S. 5).

Tabelle 1: Projektvorgänge, Arbeitsschritte und die relevante Akteure während der Umsetzung von Projekten im Rahmen des CDM

Vorgang	Arbeitsschritt	Akteure
Projektdesign	Projektidee	Projektträger
	Erstellung PDD (Project Design Document) e	Projektträger
Validierung und Registrierung	Validierung	Designated Operational Entity
	Registrierung bei CDM-Exekutivrat	Designated Operational Entity
Prüfung des PDD	Überprüfung/ Genehmigung oder Rückweisung des Projekts	CDM-Exekutiv Board
Umsetzung/ Monitoring	Projektdurchführung	Projektträger
	Monitoring der vermiedenen CO ₂ -Emissionen	Projektträger
Jährliche Überprüfung/ Zertifizierung	Verifizierung und Zertifizierung der erzielten Emissionsvermeidungen	Zertifizierungsunternehmen
	Antrag auf Ausstellung von CERs	Designated Operational Entity
Überprüfung/ Ausgabe	Verifizierungs- und Zertifizierungsreport	CDM-Exekutiv Board
	Ausgabe der CERs an die Projektträger	

Quelle: Panos, 2013, S.131; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

In den Zielländern muss durch die zuständige nationale Stabstelle bestätigt werden, dass durch die geplanten CDM-Projekte ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes geleistet wird. Grundsätzlich wurde der CDM zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes entworfen. Die nachhaltige Entwicklung betrifft den ökonomischen, den sozialen und den ökologischen Bereich. Ein Ziel des ökonomischen Bereiches betrifft beispielsweise die Generierung von Wohlstand, während die Ziele im sozialen Bereich die Verbesserung der Lebensqualität und die Beseitigung von Armut beinhalten. Ein ökologisches

Ziel stellt die Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen für zukünftige Generationen dar. Diese Ziele müssen im Rahmen eines CDM-Projekts konkretisiert werden und zudem sollen Maßnahmen zu deren Erreichung entworfen werden. Um die Unternehmen hierbei zu unterstützen, entwerfen die Zielländer entsprechend den eigenen Bedürfnissen Kriterienkataloge zur nachhaltigen Entwicklung, die den potenziellen Investoren zugänglich gemacht werden. Mithilfe der Kriterienkataloge wird dann geprüft, ob und inwiefern durch ein CDM-Projekt ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes geleistet wird (Fraunhofer ISI, 2005, S. 344).

Es liegt in der Verantwortung des Projektträgers in einem Project Design Document nachzuweisen, dass im Rahmen der Projektumsetzung zusätzliche CO₂-Vermeidungen, erzielt werden. Dies bedeutet, dass die Emissionsvermeidungen über die Planungsnullfälle (Betrieb einer konventionell befeuerten Anlage) hinausgehen (Holm, 2007, S. 61).

Der Nachweis der „Zusätzlichkeit“ des Projekts ist eine Voraussetzung der Zulassung als CDM-Projekt und wird im Kyoto-Protokoll definiert:

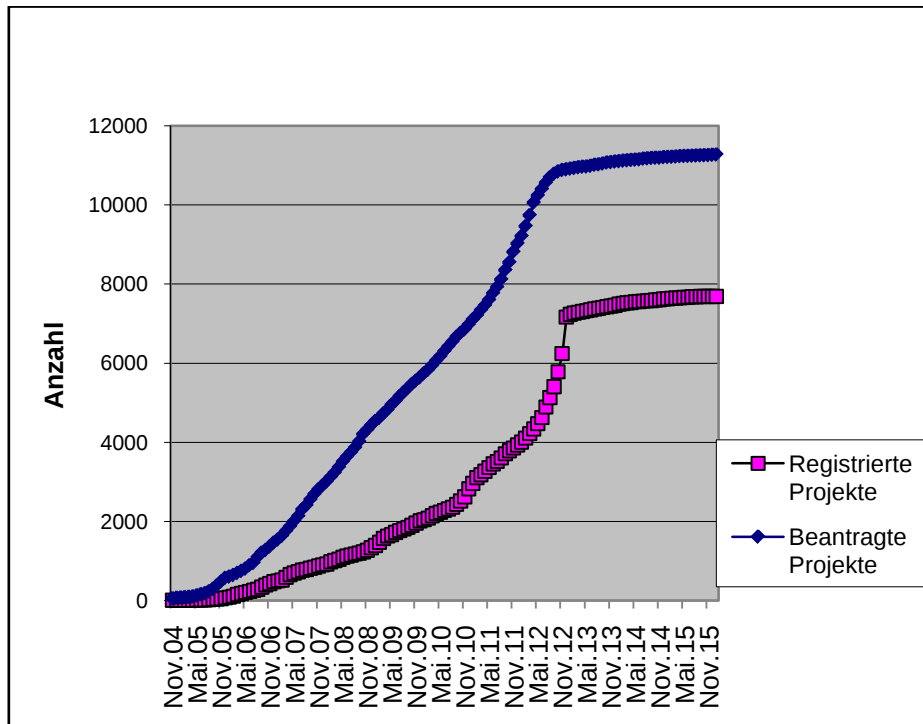
„A CDM project activity is additional if anthropogenic emissions of greenhouse gases by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the registered CDM project activity.“

(UNFCCC, 2002, CMP.1 Art.43.)

Das CDM-Regime verlangt für die Zulassung eines beantragten Projekts als CDM-Projekt vom Projektwerber den Nachweis, dass das Projekt ohne die Erlöse aus dem Verkauf der zertifizierten CO₂-Vermeidungen durch den CDM-Exekutiv Board das Projekt nicht zustande kommen würde, weil es die vom Zielland geforderte Rentabilitätsschwelle nicht zu erreichen vermag. Dadurch, dass die Projekte in Entwicklungs- oder Schwellenländern umgesetzt werden, müssen die erzielten CO₂-Vermeidungen erst zertifiziert werden. Die zertifizierten vermiedenen Emissionen (Certified Emission Reductions) werden in Tonnen CO₂ gemessen und vom CDM-Exekutiv Board an die Projektträger ausgegeben (Lucht und Spangardt, 2005, S. 10).

Abbildung 4 veranschaulicht die Entwicklung der Anzahl der beantragten und registrierten Projekte im Rahmen des CDM. Bis 2016 wurden 7.710 Projekte im Rahmen des CDM registriert (UNFCCC, 2016).

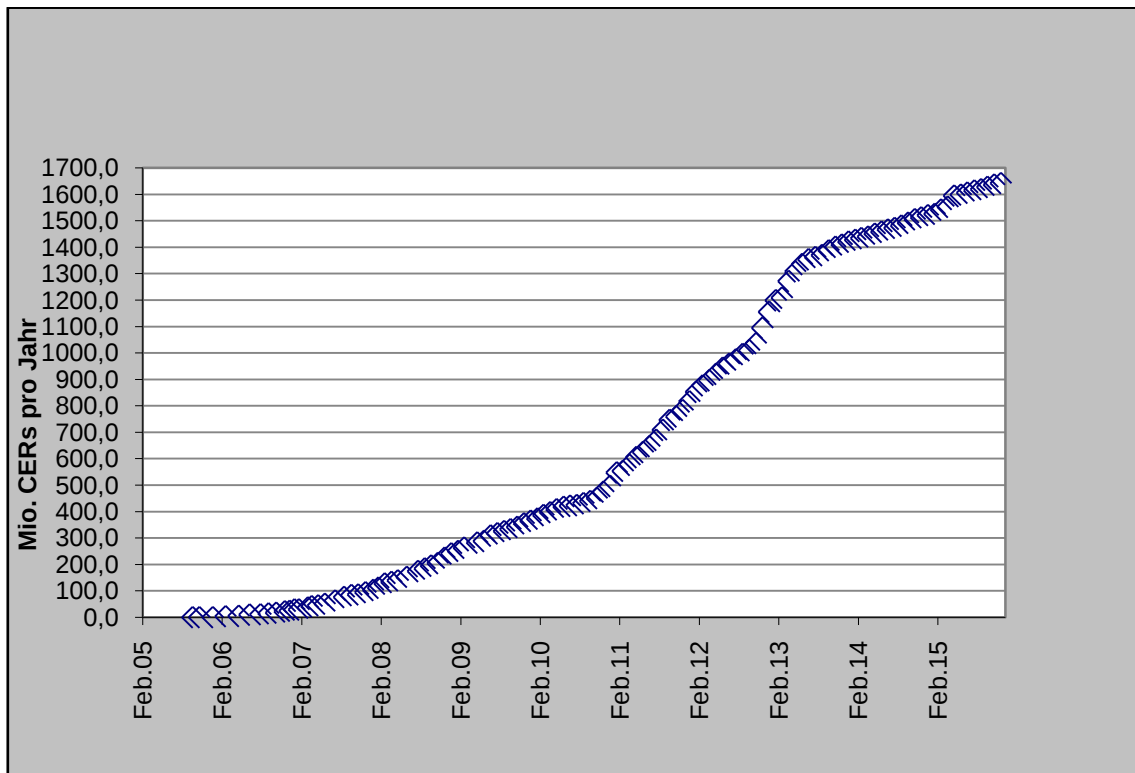
Abbildung 4: Entwicklung der Anzahl der beantragten und der registrierten Projekte im Rahmen des CDM 2004–2015



Quelle: Fenhann, 2016; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin

Abbildung 5 veranschaulicht die vom CDM-Executive Board an die Projektträger ausgegebenen Mengen der zertifizierten CO₂-Vermeidungen pro Jahr (Certified Emission Reductions). Die Periode der Gutschreibung von Certified Emission Reductions beginnt mit dem ersten Betriebsjahr der CDM-Projekte. Die Emissionszertifikate der CDM-Projekte werden von Unternehmen eingesetzt, um ihre festgelegten CO₂-Emissionsziele in den Industrieländern zu erreichen. Wenn diese bereits erreicht sind, werden Emissionszertifikate durch den Emissionshandel an Käufer in Industriestaaten zur Erfüllung deren Reduktionsziele verkauft (Lucht und Spangardt, 2005, S. 10).

Abbildung 5: Mengen der vom CDM Executive Board an die Projektträger ausgegebenen Certified Emission Reductions 2005–2015



Quelle: Fenhann, 2016; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin

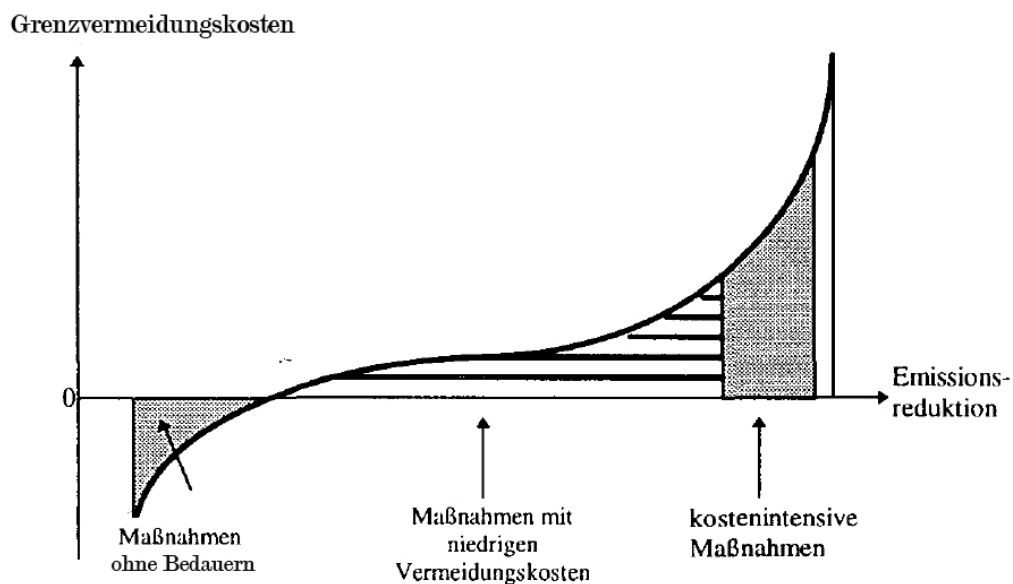
Auf dem Handelsmarkt für Emissionszertifikate im Marktgleichgewicht sollte der CER-Preis dieser Periode die minimalen Grenzkosten der Emissionsvermeidung der beteiligten Akteure reflektieren. Ein Projektbetreiber deren Vermeidungskosten pro t CO₂ höher sind als der aktuelle CER-Preis beträgt, wird entweder das geplante Projekt nicht umsetzen oder die Emissionszertifikate nicht zum Verkauf anbieten, sondern bis auf weiteres zurücklegen. Hingegen werden CO₂-Vermeidungen, die einem Projektbetreiber pro Tonne weniger kosten als der gegenwärtige CER-Preis beträgt, durch die Chance auf Gewinne angereizt. Diese kostengünstigen CO₂-Vermeidungen werden solange durchgeführt und die generierten Emissionszertifikate auf dem Handelsmarkt zum Verkauf angeboten, bis alle CO₂-Vermeidungsaktivitäten, deren CO₂-Vermeidungskosten pro Tonne weniger betragen als der gegenwärtige CER-Preis, durchgeführt wurden und dadurch die Grenzkosten der Emissionsvermeidung je Tonne CO₂ auf das Niveau des CER-Preises gestiegen sind. Diese Angleichung wird dadurch beschleunigt, dass das induzierte Mehrangebot an Emissionszertifikaten eine höhere Nachfrage befriedigt, d. h. immer weniger unbefriedigte Nachfrage übrig lässt und dadurch der CER-Preis sinkt. Ein Gleichgewicht auf dem Handelsmarkt für Emissionszertifikate ist dann erreicht, wenn pro Handelsperiode die

gegenwärtig kostengünstig durchführbaren CO₂-Vermeidungen genauso viele Emissionszertifikate generieren, wie in dieser Periode nachgefragt werden und daher der CER-Preis unverändert bleibt. Die Grenzvermeidungskosten werden jedoch am Ende einer Periode auf dem Handelsmarkt bestimmt, denn erst dann kann festgestellt werden zu welchen Kosten die Vermeidung von CO₂ tatsächlich stattgefunden hat und welche Menge faktisch vermieden wurde.

4.3 Bildung und Entwicklung des Preises der zertifizierten CO₂-Vermeidung (Certified Emission Reductions)

Um eine effiziente Vermeidung der CO₂-Emissionen erreichen zu können, ist eine genaue Kenntnis der Grenzvermeidungskosten notwendig. Unternehmen können die eigenen Grenzvermeidungskosten und somit auch den Bedarf an Emissionszertifikaten ohne Schwierigkeiten bestimmen.

Abbildung 6: Typischer Verlauf der Grenzkosten zur Vermeidung von CO₂-Emissionen



Quelle: Kopp und Bräuer, 1998, S. 7; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Da die Vermeidungsmaßnahmen für CO₂-Emissionen in Industrieländern mit hohen Kosten verbunden sind, ermöglicht der CDM das vorgegebene Ziel zur Verminderung der CO₂-Emissionen kostengünstig umzusetzen. In den Industrieländern sind die kostengünstigen Modernisierungen der Produktionsanlagen für CO₂-Vermeidungen in den meisten Fällen

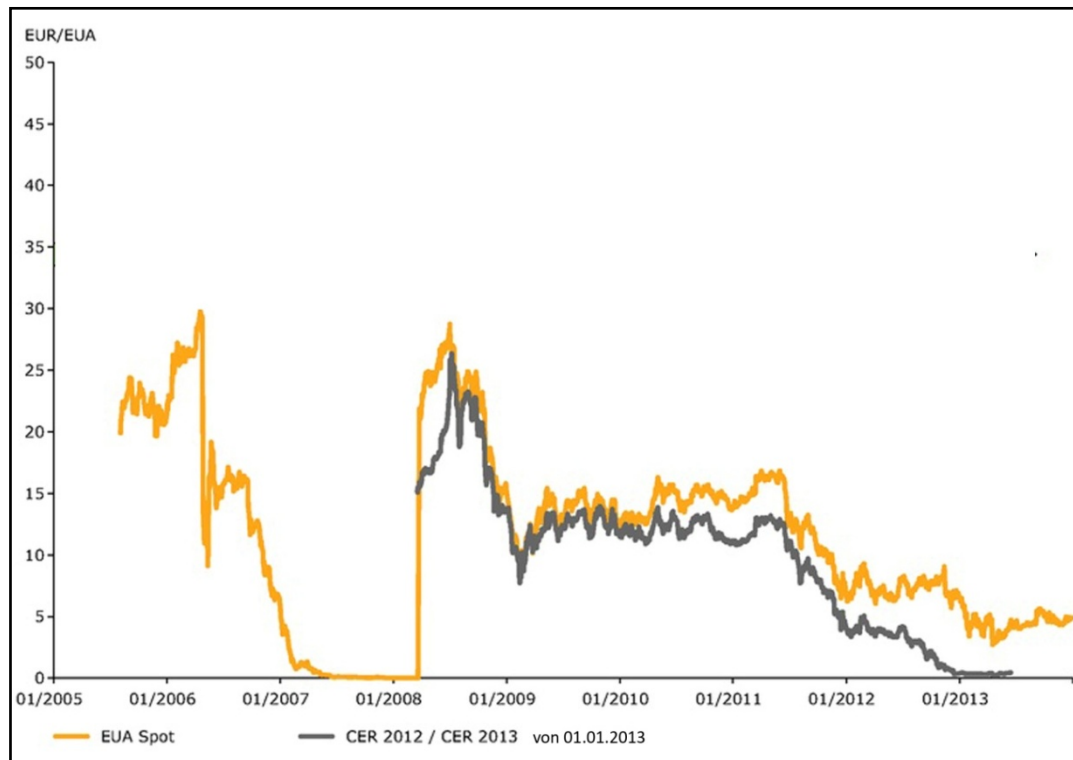
bereits ausgeschöpft. Der CDM geht daher davon aus, dass die Grenzvermeidungskosten in Industrieländern höher sind als in Schwellen- und Entwicklungsländern. Die Obergrenze der Zahlungsbereitschaft der Unternehmen für die Emissionszertifikate sind die Kosten der eigenen Maßnahmen zur CO₂-Vermeidung.

Weimann (2009) erläutert, dass ein zentraler Planer in der Lage sein müsste CO₂-Vermeidung kosteneffizient durchzuführen. Dazu müsste man jedem einzelnen Emittenten die effiziente Vermeidungsmenge vorschreiben, bei denen die Grenzvermeidungskosten aller Emittenten übereinstimmend sind. Hierfür sind jedoch sehr genaue Kenntnisse der Vermeidungskosten jedes einzelnen Unternehmens notwendig. Die Informationen sind aber im privaten Besitz der Unternehmen und diese besitzen keinen Anreiz, dass diese an die Öffentlichkeit gelangen.. Aufgrund dieses Informationsmangels der Staaten fällen Unternehmen die Entscheidung darüber, wo und mit welchen Maßnahmen die Emissionsvermeidung betrieben werden soll. Beim Emissionshandel liegt es im Interesse jedes Unternehmens, dass die CO₂-Vermeidungen von den tatsächlichen Vermeidungskosten abhängig gemacht werden (Weimann, 2009, S. 87).

Die EU-weite Nachfrage nach Emissionen war in der ersten Handelsperiode des CDM 2005–2007 bestimmt durch die Differenz zwischen der Menge an kostenfrei ausgegebenen Zertifikaten und der tatsächlich emittierten Menge an CO₂. Die Preise bildeten sich dann theoretisch aus den Grenzvermeidungskosten für CO₂, welche mit der nachgefragten Menge verbunden waren. In der zweiten Handelsperiode des CDM 2008–2012 flossen die Investitionskosten der Projektbetreiber in CDM-Projekte in die Preisbildung ein. Die Strategien der Käufer und Verkäufer, sowie das Marktgleichgewicht, d. h. Gleichheit der angebotenen und nachgefragten Menge an Zertifikaten der Periode spielten eine große Rolle für die Preisbildung (Lucht und Spangardt, 2005, S. 24).

Abbildung 7 zeigt die Preisentwicklungen für European Union Allowances (EUAs) und zertifizierte Emissionsreduktionen (CERs). Der Emissionshandel begann im Jahr 2005 mit den EUAs bei einem Marktpreis von ca. € 20,-/t CO₂. In der ersten Handelsphase von 2005 bis 2007 lag der Höchstwert bei € 30,-/t CO₂. Ab 2008 wurden am Emissionsmarkt auch CERs gehandelt, wobei der Marktpreis bei ca. € 17,-/tCO₂ lag. Bis 2013 sank der CER-Preis sehr stark und betrug weniger als € 2,-/t CO₂.

Abbildung 7: Entwicklungen der Preise für zertifizierte CO₂-Vermeidungen auf dem europäischen Emissionshandelsmarkt von 2005 bis 2013



Quelle: European Environment Agency (EEA); 2014.

Das Überangebot an CO₂-Emissionsrechten im Europäischen Emissionshandelssystem hat zu einem starken Preisverfall geführt. Ab 2012 haben daher die Europäische Kommission, das Europäische Parlament und die Mitgliedstaaten intensiv über Interventionsmaßnahmen diskutiert, um den Preis zu stabilisieren. Der Markt für projektbasierte Emissionszertifikate aus Zielländern des CDM erlebte einen starken Preisverfall. Im Jahr 2012 wurden im CDM-Markt rund 2,4 Gigatonnen gehandelt, wobei der Preis der gehandelten Emissionszertifikate (Certified Emission Reductions) ebenfalls drastisch gesunken ist und in 2016 rund € 0,40 pro CER beträgt.

Folgen der niedrigen Preise für Emissionszertifikate

Der Emissionshandel der EU hat eine festgelegte Menge an ausgegebenen Zertifikaten als Grundlage. Bei gesteigerten CO₂-Emissionen würde der Preis für die Emissionszertifikate steigen. Jedoch gibt es durch den aktuellen Überschuss an Zertifikaten und die geringere Emission an CO₂ einen niedrigen Preis für CO₂-Zertifikate.

Laut Drnek (2015) benötigen die Energieversorger, aufgrund des verstärkten Ausbaus der erneuerbaren Energieträger, der aktuellen Wirtschaftslage in Europa und der Überausstattung mit Emissionszertifikaten, weniger Zertifikate als erwartet. Wenn man die Anzahl der Anlagen in Bezug zu ihren Emissionen untersucht, so zeigt sich, dass etwa 10 % der Anlagen rund 90 % der CO₂-Menge emittieren. In Europa stammt der Großteil der CO₂-Emissionen aus der Energie- und Wärmeerzeugung. Weitere wichtige Emittenten sind die Zement- und Kalkindustrie, die Raffinerien, Eisen- und Stahlindustrie, die Papierindustrie und eine Vielzahl von Industriezweigen, die allesamt zur energieintensiven Industrie gezählt werden können (Drnek, 2015, 187).

Inzwischen sind Emissionszertifikate so billig geworden, dass es für stark verschmutzende Unternehmen günstiger ist, sich durch Erwerb von Emissionszertifikaten von Maßnahmen zur CO₂-Vermeidung freizukaufen, als diese zu tätigen. Für diesen Effekt wird unter anderem die Förderung der erneuerbaren Energien verantwortlich gemacht. Sie führt dazu, dass weniger Zertifikate nachgefragt werden, so dass es zum Preisverfall kommt.

Hansjürgens (2012) argumentiert, dass die Fördermaßnahmen nur vereinzelt erneuerbare Energien subventionieren und der Wettbewerb zwischen den Energieträgern durch staatliche Abnahmegarantien und festgelegte Preise verzerrt wird (Hansjürgens, 2012, S. 9).

Das EEG (Erneuerbaren-Energien-Gesetz) ist in Deutschland die gesetzliche Grundlage zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Netzbetreiber werden verpflichtet, den aus erneuerbaren Energien hergestellten Strom vorrangig zu kaufen. Über einen staatlich festgelegten Strompreis soll sich der erwartete Ausbau erneuerbarer Energien ergeben (Zwingmann, 2007, S. 180 ff.). Der Handel mit Emissionszertifikaten sollte als Instrument der Förderung von erneuerbarer Energien genügen, weil angemessen hohe Preise das Suchen nach innovativen, emissionsarmen Techniken zur Energiegewinnung begünstigen.

Weimann (2009) argumentiert, dass in Folge einer Förderung Erneuerbarer Energien die CO₂-Emissionen nicht eingespart werden. Die CO₂-Menge, die im europäischen Emissionshandelssektor insgesamt emittiert wird, hängt ausschließlich von der festgelegten Emissionsobergrenze ab. Werden unter dieser Emissionsobergrenze weitere Vermeidungsmaßnahmen angeregt, wird dadurch nicht der Gesamtausstoß an Emissionen reduziert sondern es erfolgt eine räumliche Verlagerungen in andere Länder (Weimann, 2009, S. 89).

4.4 Arten des Erwerbs von zertifizierten CO₂-Vermeidungen (Certified Emission Reductions)

Für die Unternehmen ergeben sich folgende Möglichkeiten, um den Bedarf an zertifizierten CO₂-Vermeidungen zu erfüllen: Der Kauf von Emissionszertifikaten am Handelsplatz zum Marktpreis, der Erwerb von zertifizierten CO₂-Vermeidungen durch Investition in CDM-Projekte oder die Vermeidung von CO₂-Emissionen durch technische Maßnahmen in den Industrieländern (Lucht und Spangardt, 2005, S. 24).

4.4.1 Originäres Erwirtschaften von zertifizierten CO₂-Vermeidungen durch Unternehmungen

Für den globalen Klimaschutz ist es nicht von Bedeutung, wo CO₂-Emissionen vermieden werden sondern, dass eine Vermeidung von CO₂-Emissionen stattfindet. Maßnahmen zur Emissionsvermeidung in Entwicklungs- und Schwellenländern sind kostengünstiger umzusetzen als in modernen Produktionsanlagen in Industrieländern. Die Europäische Union unterstützt die kostengünstigen Vermeidungsmaßnahmen indem der Europäische Emissionshandel mit dem Clean Development Mechanism verknüpft wurde. Somit wurden Emissionszertifikate aus projektbasierenden Maßnahmen des Kyoto-Protokolls im Europäischen Emissionshandelssystem zugelassen. Durch diese Verknüpfung wird es Unternehmen aus den EU-Mitgliedsstaaten möglich durch die Teilnahme an CDM-Projekten in Entwicklungs- und Schwellenländern in der Höhe der vermiedenen CO₂-Emissionen Emissionszertifikate zu erwerben (Kurz, 2010, S. 18 ff.).

Hierfür muss der Projektbetreiber die vermiedenen CO₂-Emissionen innerhalb einer festen Periode nachweisen und zertifizieren lassen. Diese durch das neue Projekt generierten Emissionszertifikate kann der Projektbetreiber auf zwei Arten nutzen. Entweder verkauft er sie zu dem Preis, der auf dem relevanten internationalen Handelsplatz, der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig dafür gezahlt wird und erzielt dadurch einen entsprechenden Zusatzerlös. Oder der Projektbetreiber verwendet die beim neuen CDM-Projekt generierten Emissionszertifikate dafür, im Herkunftsland der EU ein weiteres neues Projekt zu realisieren, dessen Mehremissionen durch den Nachweis der Emissionsvermeidung als Folge der Realisierung CDM-Projekts kompensiert werden. Diese Art der Verwendung der Emissionszertifikate wird der Projektbetreiber dann bevorzugen, wenn ihn die CO₂-Vermeidung pro Tonne beim neuen Projekt im Herkunftsland der EU mehr kosten würde als der auf dem Handelsplatz für Emissionszertifikate erzielbare Preis der

Emissionszertifikate beträgt. Somit kann der Projektbetreiber also die für ihn kostengünstigste Emissionsvermeidung wählen.

4.4.2 Sekundäres Erwerben der Zertifikate durch Kauf (keine CO₂-Vermeidung)

Unternehmungen die festgelegten CO₂-Vermeidungszielen unterliegen, können ihre CO₂-Emissionen durch den Erwerb von Zertifikaten am Handelsmarkt kompensieren. Der Handel mit Emissionszertifikaten stellt die ökologische Zielerreichung sicher, indem die Umweltbeeinträchtigung im Vorhinein festgelegt wird. Die kosteneffiziente Vermeidung von CO₂-Emissionen wird durch eine mengenbasierte Angebotssteuerung der Emissionszertifikate ermöglicht. Voraussetzung für die Kosteneffizienz ist, dass der Markt nicht von einzelnen Teilnehmern dominiert wird, die einen Einfluss auf die Preisgestaltung nehmen können. Durch den Staat wird der Markt überwacht und greift bei missbräuchlichem Verhalten ein (Küll, 2009, S. 47). Emissionszertifikate sind ein marktorientiertes Instrument der Umweltpolitik demzufolge die emittierten CO₂-Emissionen eines Unternehmens an den Besitz von Emissionszertifikaten gebunden wird (Zwingmann, 2007, S. 96).

Beim Emissionshandel passen sich die Emittenten der Treibhausgase an den Marktpreis der Emissionszertifikate an. Unternehmen vermeiden CO₂-Emissionen, wenn die Grenzvermeidungskosten unter dem Preis liegen und kaufen Emissionszertifikate, wenn die Grenzkosten der Vermeidung von CO₂ höher sind als der aktuelle Preis der Emissionszertifikate. Im Gleichgewicht entspricht der Preis für handelbare Emissionszertifikate den Grenzvermeidungskosten der Unternehmen (Weimann, 2009, S. 87).

Der Emissionshandel wird durch ein Höchstmengensteuerungsmodell organisiert, durch das ein verbindliches Emissionsziel definiert wird. Die Gesamtzahl der erlaubten Emissionen wird in t CO₂ für bestimmte Länder und deren Unternehmen für einen Zeitraum festgelegt. Die geplanten Emissionen werden in Emissionszertifikaten verbriefte und an die Teilnehmer des Handelssystems verteilt. Jedes Unternehmen muss nun eine Menge an Emissionszertifikaten besitzen, welche genau angibt, in welcher Höhe das betreffende Unternehmen CO₂-Emissionen ausstoßen darf. Überschüssige Emissionszertifikate können zwischen den Unternehmen gehandelt werden und so entsteht ein Handel mit Emissionszertifikaten (Zwingmann, 2007, S. 105).

4.4.3 Schöpfung von Emissionszertifikaten durch den Staat (keine CO₂-Vermeidung)

Bei der Einführung eines Emissionshandelssystems wird der Ausgestaltung der Erstaussgabe der Emissionszertifikate an die teilnehmenden Unternehmen eine besondere Bedeutung zugeschrieben. Verschiedene Faktoren müssen beachtet werden, um eine effiziente Verteilung zu ermöglichen. Diese betreffen die Definition der Reduktionsziele, die angemessene Berücksichtigung von frühzeitig durchgeführten Emissionsminderungen der Unternehmen durch die Modernisierung ihrer Produktionsanlagen und die Vereinbarkeit mit der geltenden Klimapolitik (Zwingmann, 2007, S. 150).

4.4.3.1 Unentgeltliche Übertragung von Zertifikaten an erwerbspflichtige Unternehmungen

Zu Beginn einer Handelsperiode wird dem Unternehmen eine bestimmte Menge an Emissionszertifikaten vom Staat zugeteilt. Das Unternehmen kann fehlende Emissionszertifikate kaufen oder überschüssige verkaufen. Entscheidend für die Positionierung als Käufer oder Verkäufer ist zum einen, ob die Zuteilung von Emissionszertifikaten durch den Staat ausreichend ist und ob die Grenzvermeidungskosten pro Tonne CO₂ im eigenen Unternehmen geringer oder höher sind, als der Marktpreis für Zertifikate. Sind die Grenzkosten niedriger, so ist es sinnvoll, unabhängig von der Größe des Überschusses oder Fehlbedarfs an Emissionszertifikaten, solange in Projekte zur Vermeidung von CO₂ zu investieren, bis das Gewinnpotenzial ausgeschöpft wird (Lucht und Spangardt, 2005, S. 16)

In der ersten Phase des Europäischen Emissionshandels von 2005 bis 2007 wurden 95 % der Emissionszertifikate an die Unternehmen kostenlos von den EU-Ländern zugeteilt. In Summe wurden pro Jahr ungefähr 2,3 Milliarden Zertifikate ausgegeben. Der Rest der Emissionszertifikate wurde versteigert. Tatsächlich wurden mehr Zertifikate ausgegeben als durch die Produktionsanlagen an CO₂-Emissionen verzeichnet wurden. Dies führte dazu, dass die Unternehmen ihre festgelegten Emissionsziele vorzeitig erreichten und ein Überschuss an Emissionszertifikaten auf dem Handelsmarkt entstand. In der zweiten Handelsperiode von 2008 bis 2012 wurden die nationalen Zuteilungspläne der Emissionszertifikate an die Forderungen der Europäischen Kommission angepasst, um sicherzustellen, dass das Kyoto-Ziel der EU (eine Verringerung der CO₂-Emissionen, um 8 % gegenüber 1990) erreicht wird. Die nationalen Emissionsobergrenzen wurden herabgesetzt und es wurden ca. 2,1 Milliarden

Emissionszertifikate pro Jahr ausgegeben. Jedoch überstieg in 2009 die Menge der Emissionszertifikate die tatsächlichen Emissionen, aufgrund der geringeren Produktionsleistung der Unternehmen. Der Überschuss an Emissionszertifikaten führte, sowohl in der Pilotphase, als auch in der zweiten Phase, zu einem Einbruch der CO₂-Preise auf dem Handelsmarkt für Emissionszertifikate (Kettner, 2012, S. 749).

4.4.3.2 Versteigerung von Zertifikaten unter erwerbspflichtigen Unternehmungen

Die schrittweise Einführung der EU-weiten Versteigerung bis 2020 wird die bisherige Form der Gratisvergabe der Emissionszertifikate ablösen. Durch die Versteigerung eines Anteils der Zertifikate soll ein frühes Preissignal für die Investitionsplanung der Unternehmen ermöglicht werden. Durch die stufenweise Einführung der Versteigerung können sich die Unternehmen langsam an das neue Vergabesystem gewöhnen. Neue Unternehmen die am Handel mit Emissionszertifikaten teilnehmen, können durch den versteigerten Teil der Zertifikate problemlos integriert werden. Falls Unternehmen bereits frühzeitig in Emissionsminderungsmaßnahmen investiert haben, besitzen diese im Rahmen der Versteigerung ohnehin den Vorteil, weniger Zertifikate erwerben zu müssen (Zwingmann, 2007, S. 284 f.).

Ob eine Investition in die Vermeidung von Emissionen oder der Kauf von Emissionszertifikaten für ein Unternehmen wirtschaftlicher ist, wird durch den Preis der Emissionszertifikate bestimmt. Der Ersterwerb der Zertifikate wird von Unternehmen nur durchgeführt, wenn das vorgegebene Emissionsziel mit minimalen Kosten erreicht wird. Unternehmen wägen die Höhe der eigenen Vermeidungskosten mit dem Preis für Emissionszertifikate ab. Durch die sich bildenden Preise wird die Zahlungsbereitschaft der Unternehmen reflektiert, die am Handel mit Emissionszertifikaten teilnehmen. Zudem werden bei Versteigerungen keine Daten über Emissionen der Produktionsanlagen erfasst und für den Staat entstehen nur Kosten für das Entwerfen der Auktionsregeln und für die periodische Überwachung der Versteigerungen. Die ökonomische Effizienz wird durch Versteigerung gefördert, da die knappe Ressource an den höchsten Bieter vergeben wird und es zu einer ausgewogenen Verteilung der Emissionszertifikate kommt (Zwingmann, 2007, S. 274 f.).

Die Rückverteilung der Erlöse durch die Versteigerung ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Gemäß der Versteigerungs-Verordnung der EU bestimmen die Mitgliedstaaten die Verwendung der Einnahmen aus der Versteigerung der Emissionszertifikate. In Zukunft

werden mehr Versteigerungserlöse anfallen und nach einem festgelegten Schlüssel an die Mitgliedstaaten überwiesen. Die Verteilung orientiert sich am Anteil des jeweiligen Mitgliedsstaates an den Gesamtemissionen des Europäischen Emissionshandels. Eine umfassende Zweckbindung der Erlöse ist nicht festgelegt worden. Jedoch wird von der EU empfohlen, dass zumindest die Hälfte der Versteigerungserlöse für klimarelevante Maßnahmen, z. B. die Förderung Erneuerbarer Energieträger, Forschung und Entwicklung oder Anpassungen an den Klimawandel, verwendet werden (BMLFUW, 2015 b).

5. Analyse der vier Fallstudien/Vier Fallstudien von CDM-Projekten

Der untersuchte Zeitrahmen umfasst die geplante wirtschaftliche Betriebsperiode der Projekte. Da noch bei keinem der untersuchten Projekte eine abgeschlossene wirtschaftliche Betriebsperiode ermittelt werden konnte, wurden die durch die Projektbetreiber geplanten Werte von der Verfasserin als zutreffend angenommen. Die CO₂-Vermeidungskosten der untersuchten Projekte wurden auf Basis der verfügbaren Projektunterlagen und auf Basis eigener Annahmen der Verfasserin ermittelt (insbesondere über die Investitions- und Betriebskosten des technologisch konventionellen Projekts im Planungsnullfall).

5.1 Fallstudie I: Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Speicherkraftwerk in China)

Das Maguan Daliangzi Hydro Power Project besteht in einem Speicherkraftwerk im Süden Chinas mit einer Leistung von 32 MW. Das Kraftwerkbeansprucht eine Fläche von 0,1375 km². Im Rahmen des Projekts wurden ein Damm mit einer Höhe von 45 m und ein Wasserspeicher mit einer Tiefe von 40 m gebaut. Das Wasser wird aus dem Speicher mithilfe eines neu gebauten 3,9 km langen Tunnels zu dessen tieferliegendem Ende und von dort durch ein 500 m langes Rohr bergab zum Kraftwerk geleitet. Die geplante durchschnittlich erzeugte elektrische Energiemenge beträgt 174,8 GWh pro Jahr. Die Umweltentlastung hinsichtlich Kohlendioxid durch das Wasserkraftwerk entsteht dadurch, dass es den Betrieb eines steinkohlebefeuchten Kraftwerks mit dem gleichen Energiegewinnungspotenzial in der Region zu vermeiden erlaubt. Das Speicherkraftwerk wurde im Jahr 2006 in Betrieb genommen, seine wirtschaftliche Lebensdauer ist in den Projektunterlagen für den CDM mit 23 Jahren bemessen.

Projektakteure

Die Projektakteure sind die Maguan Daliangzi Power Company Ltd im Zielland und die Kommunalkredit Public Consulting GmbH aus Österreich.

Die geografische Lage

Das Wasserkraftwerk befindet sich am Xiangshui River in der Nähe des Dorfes Renhe im südlichen Teil des Maguan Landkreises in der Provinz Yunnan.

Abbildung 8: Geografische Lage des Maguan Daliangzi Hydro Power Project



Quelle: Project Design Document, 2010, CDM-Executive Board, Daliangzi (China), S. 4 (Darstellung ohne Maßstab).

5.1.1 Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung des neuen Projekts

Konzeptive Grundlage der Projektanalyse ist die Unterscheidung von vier Systemzuständen:

1. Systemzustand: **Status quo (2000)**

Basisjahr für die erhobenen Daten der Projektplanung des neuen Wasserkraftwerks.

2. Systemzustand: **Planungsnullfall (2004–2026)**

Betrieb eines hypothetischen konventionell befeuerten Steinkohlekraftwerks mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge wie sie im neuen Wasserkraftwerk vorgesehen ist, jedoch wird die Existenz des letzteren ansonsten aus der Betrachtung ausgeblendet.

3. Systemzustand: **Maßnahmenfall außerhalb des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026)**

Betrieb des neuen Wasserkraftwerks mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge wie jene des hypothetischen Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall, jedoch wird angenommen, dass das Projekt nicht im Rahmen des CDM umgesetzt wird. Das im 2. Systemzustand hypothetisch angenommene Steinkohlekraftwerk wird im 3. Systemzustand als inexistent angenommen, weil es durch die Inbetriebnahme des neuen Kraftwerks vermieden werden konnte.

4. Systemzustand: **Maßnahmenfall im Rahmen des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026; erste CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013; gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2006–2026)**

Betrieb des neuen Wasserkraftwerks im Rahmen des CDM. Dieser institutionelle Rahmen bewirkt, dass die im Vergleich zum Planungsnullfall festgestellte Vermeidung von CO₂-

Emissionen erstens CDM-offiziell gemessen und registriert und zweitens dem Projektbetreiber als Emissionszertifikate (Certified Emission Reductions, abgekürzt CERs) gutgeschrieben werden.

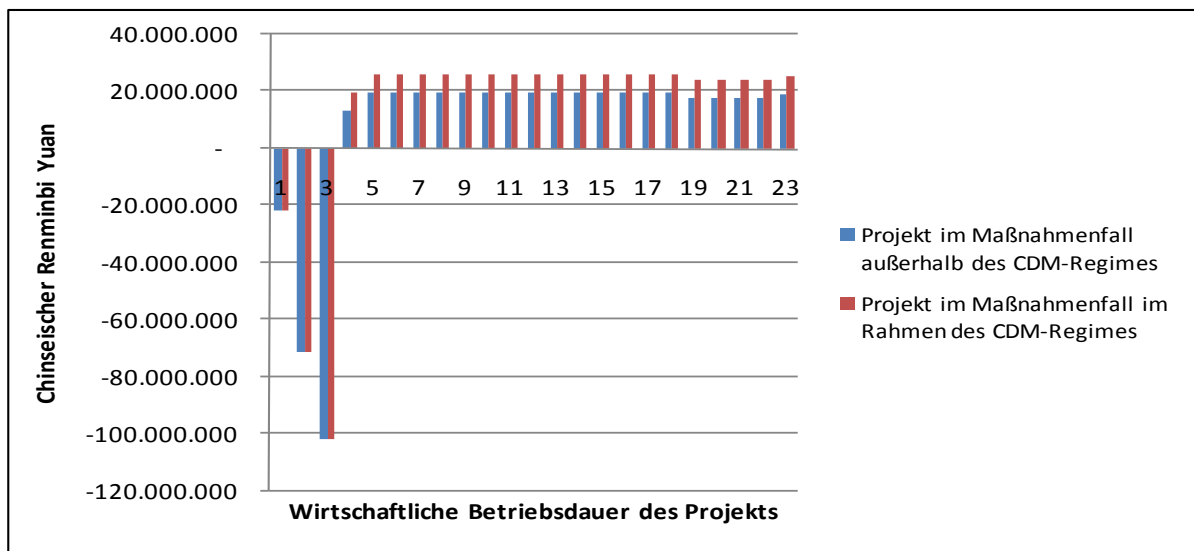
Diese durch das neue Projekt generierten Emissionszertifikate kann der Projektbetreiber alternativ auf zweierlei Art nutzen: Entweder verkauft er sie zu dem Preis, der auf dem relevanten internationalen Handelsplatz, der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig dafür gezahlt wird und erzielt dadurch einen entsprechenden Zusatzerlös. Dieser erhöht die Rentabilität des neuen Projekts im Vergleich zum 3. Systemzustand, in dem erlösseitig nur die Erlöse aus den Stromverkäufen anfallen, während die Ausgabenseite gleich ist wie im 3. Systemzustand, dem Maßnahmenfall außerhalb des CDM. Oder der Projektbetreiber verwendet die beim neuen Speicherkraftwerk generierten Emissionszertifikate dafür, im Herkunftsland seines Mitbetreibers, hier also in Österreich ein weiteres neues Projekt zu realisieren, dessen Mehremissionen durch den Nachweis der Emissionsvermeidung als Folge der Realisierung des Maguan Daliangzi Hydro Power Project kompensiert werden. Die zweitgenannte Art der CER-Verwendung wird der Projektbetreiber dann bevorzugen, wenn ihn die CO₂-Vermeidung pro Tonne beim zweiten neuen Projekt, dem in Österreich, mehr kosten würde als der auf dem Handelsplatz für Emissionszertifikate erzielbare Preis der Emissionszertifikate beträgt. Das CDM-Regime bietet dem Projektbetreiber also die für ihn kostengünstigste Emissionsvermeidung zu wählen, nämlich die im ersten neuen Projekt, d. h. im Maguan Daliangzi Hydro Power Project. Nur wenn ihm im zweiten neuen Projekt (in Österreich) die Vermeidung von CO₂-Emissionen pro Tonne bei Wahl einer entsprechenden Technologie billiger käme als der Zertifikatspreis beträgt, würde er die Emissionszertifikate aus dem Maguan Daliangzi Hydro Power Project verkaufen und dadurch dessen isolierten internen Zinssatz direkt erhöhen.

Im hier untersuchten Maguan Daliangzi Hydro Power Project beginnt im 4. Systemzustand die Periode der Gutschreibung von Certified Emission Reductions mit dem ersten Betriebsjahr 2006 und die ausgegebenen Emissionszertifikate werden bei der Projektbewertung in Form der jährlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate zu dem bei der Projektplanung angenommenen Zertifikatspreis berücksichtigt.

5.1.1.1 Analyse des internen Zinssatzes des Projekts außerhalb des CDM (3. Systemzustand) und im Rahmen des CDM (4. Systemzustand)

Abbildung 9 veranschaulicht, dass als wirtschaftliche Betriebsdauer im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM 23 Jahre geplant sind. Für das Projekt im Rahmen des CDM werden drei CER-Gutschreibungsperioden für das Projekt geplant und mit der wirtschaftlichen Betriebsdauer des Projekts gleichgesetzt. Dies verletzt die CDM-Regel, wonach die Erneuerung einer 7jährigen CER-Gutschreibungsperiode frühestens neun Monate vor Ablauf der laufenden CER-Gutschreibungsperiode erfolgen darf, dies kann jedoch als Planungsperspektive akzeptiert werden.

Abbildung 9: Geplante Kosten und Erlöse des Maguan Daliangzi Hydro Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026



Quelle: Project Design Document, 2010, CDM-Executive Board, Daliangzi (China), S. 21; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Bei der Investitionsanalyse wird der Maßnahmenfall außerhalb des CDM mit dem Maßnahmenfall im Rahmen des CDM verglichen. Die Ergebnisvariable der Investitionsanalyse ist der interne Zinssatz (IRR – Internal Rate of Return) des Projekts, hier also des Wasserkraftwerks. In Tabelle 2 wird überprüft ob, der interne Zinssatz des Wasserkraftwerks außerhalb des CDM unterhalb des vom Zielland China geforderten Mindestniveaus von 10 % liegt und es daher nicht realisiert werden würde.

Tabelle 2: Interner Zinssatz des Maguan Daliangzi Hydro Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2006–2026

	Projekt im Maßnahmenfall außerhalb des CDM	Projekt im Maßnahmenfallim Rahmen des CDM
Interner Zinssatz	6,50 %	10,30 %

Quelle: Project Design Document, 2010, CDM-Executive Board, Daliangzi (China), S. 21; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Tabelle 2 zeigt, dass der Interne Zinssatz des Speicherkraftwerks durch Einbeziehung der zusätzlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate, d. h. bei einer Umsetzung des Projekts im Rahmen des CDM, von 6,5 auf 10,3 % erhöht wird. Auch wenn die Rentabilitätsschwelle von 10 % gemäß Projektplanung nur marginal überschritten wird, wurde das Projekt realisiert. Wegen des starken Anstiegs des internen Zinssatzes wird dieses Projekt als durch den CDM-Mechanismus induziert angesehen; das Kriterium der „Zusätzlichkeit“ gilt also als erfüllt.

5.1.1.2 Analyse der Vermeidung der CO₂-Emissionendurch das neue Projekt

Die jährlich durch das neue Speicherkraftwerk erzielten Emissionsreduktionen⁴ ergeben sich als Differenz zwischen den Emissionen des angenommenen Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall und jener des neuen Wasserkraftwerks im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM. Diese vermiedenen Emissionen treten laut Planung zwar in allen Jahren der vorgesehenen wirtschaftlichen Betriebsdauer des Projekts ein, sie werden aber nur für die Jahre der CER-Gutschreibungsperiode zertifiziert.

⁴ Der Begriff *Emissionsreduktion* wird von den Autoren der Projektunterlagen verwendet und erfordert die Annahme, dass bei Eröffnung des Speicherkraftwerks im Maßnahmenfall ein hinsichtlich der gewonnenen Energiemenge äquivalentes Steinkohlekraftwerk *stillgelegt* wird. Viel plausibler ist jedoch die Annahme, dass das hypothetische Steinkohlekraftwerk des Planungsnullfalls trotz Eröffnung des Speicherkraftwerks im Maßnahmenfall weiter betrieben wird, da es noch betriebstüchtig ist. Demnach wird durch Eröffnung des Speicherkraftwerks im Maßnahmenfall (4. Systemzustand) der Bau eines Steinkohlekraftwerks zur Befriedigung der steigenden Nachfrage nach elektrischer Energie *vermieden*. Daher wird die hier relevante Variable als vermiedene Emissionen bezeichnet.

Tabelle 3: Geplante Mehremissionen des Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Maguan Daliangzi Hydro Power Project Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während derersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013

Jahr	Mhremissionen im Planungsnullfall (t CO₂)	Emissionen im Maßnahmenfall (tCO₂)
2006/07	170.917	0
2008	97.667	0
2009	97.667	0
2010	97.667	0
2011	97.667	0
2012	97.667	0
2013	24.417	0
Summe	683.670	0

Quelle: Project Design Document, 2010, CDM-Executive Board, Daliangzi (China), S. 42; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Laut Planung des Projekts werden durch das Speicherkraftwerk des Maßnahmenfalls insgesamt 683.670 t CO₂ vermieden und in der dargestellten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013 als Certified Emission Reductions zertifiziert.

5.1.1.3 Analyse der durch das Speicherkraftwerk im 4. Systemzustand vermiedenen CO₂-Emissionen („CO₂-Vermeidungskosten“)

Die CO₂-Vermeidungskosten bei Realisierung des Speicherkraftwerks im Rahmen des CDM werden als Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne ausgewiesen, sie sind eine Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das geplante Wasserkraftwerk. Die CO₂-Vermeidungskosten des neuen Wasserkraftwerks ergeben sich als Differenz zwischen den in den Projektunterlagen ausgewiesenen im Voraus erwarteten Gesamtkosten⁵ des neuen Wasserkraftwerks im Maßnahmenfall (im Rahmen des CDM) und der, von der Verfasserin angenommenen, Gesamtkosten des hypothetischen, hinsichtlich der gewonnen Energiemenge äquivalenten, Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall. Die ermittelte Differenz der Gesamtkosten wird dividiert durch die Menge der durch das neue Speicherkraftwerk im Rahmen des CDM vermiedenen Emissionen. Das Ergebnis sind die von den Projektbetreibern geplanten CO₂-Vermeidungskosten, innerhalb der Bandbreite möglicher

⁵ Die Gesamtkosten ergeben sich aus der Summe der Gesamtinvestition des Projektträgers bei Projektbeginn und der, über die wirtschaftliche Betriebsdauer diskontierten, anfallenden Betriebskosten des Speicherkraftwerks.

Prognosefehler. Tabelle 4 zeigt die geplanten CO₂-Vermeidungskosten des neuen Wasserkraftprojekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM.

Tabelle 4: Geplante CO₂-Vermeidungskosten des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013

	Vermeidungskosten in € pro t CO₂
Maguan Daliangzi Hydro Power Project, China	12,09

Quelle: Darstellung durch die Verfasserin.

5.1.1.4 Vergleich der CO₂-Vermeidungskosten des Speicherkraftwerks mit dem CER-Preis

Neben den CO₂-Vermeidungskosten als erste Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der geplanten Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das Speicherkraftwerk ist der CER-Preis auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig die zweite Grundlage. Hat man beide ermittelt, lässt deren Vergleich die zentrale Aussage zu, ob durch das gegenständliche Projekt CO₂-Emissionen kosteneffizient vermieden werden bzw. welches Niveau der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung erzielt wird. In Tabelle 2 zeigt sich, dass beim Maguan Daliangzi Hydro Power Project die Vermeidungskosten pro t CO₂ 1,72-mal höher sind als der CER-Preis laut Projektplanung. Kosteneffizient wäre die Emissionsvermeidung jedoch nur dann, wenn die Vermeidungskosten pro t CO₂ nicht höher als der CER-Preis wäre. Streng genommen werden daher die durch das Speicherkraftwerk laut Planung vermiedenen CO₂-Emissionen nicht kosteneffizient vermieden.

Tabelle 5: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO₂ mit dem geplanten CER-Preis des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2026

Vermeidungskosten pro t CO ₂	CER-Preis
€ 12,09	€ 7,-

Quelle: Project Design Document, 2010, CDM-Executive Board, Daliangzi (China), S. 14 f.; Darstellung durch die Verfasserin.

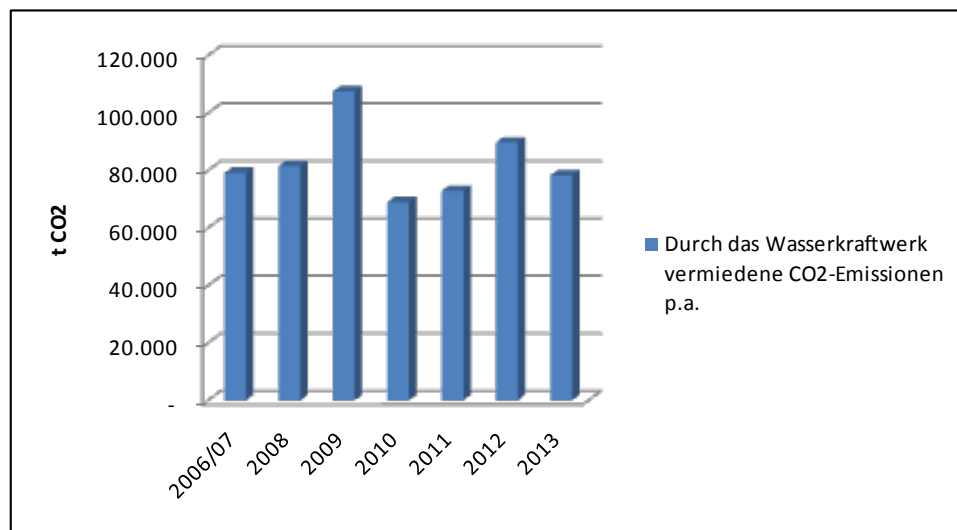
Tabelle 2 zeigt, dass bei dem gegenständlichen Speicherkraftwerk die Erträge aus der Energiegewinnung nicht ausreichen, um das geforderte Mindestniveau des internen Zinssatzes des Projektes zu erzielen.

5.1.1.5 Entwicklung der vermiedenen Emissionen und des CER-Preises (gemäß Projektplanung) im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung der beiden Größen

Nun wird die Entwicklung der durch das Maguan Daliangzi Hydro Power Project im Rahmen des CDM laut Projektplanung während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013 vermiedenen Emissionen (Tabelle 3) und des CER-Preises (Tabelle 5) dargestellt und im Anschluss mit der tatsächlichen Entwicklung der beiden Größen verglichen.

Durch das Speicherkraftwerk wurden pro Jahr tatsächlich rund 60.000 bis 110.000 t CO₂ vermieden, indem es das im Planungsnullfall angenommene Steinkohlekraftwerk ersetzte (Abbildung 10). Die jährlichen Schwankungen der vermiedenen Emissionen entstehen durch Veränderungen in der Umwelt, insbesondere durch unterschiedliche Niederschläge.

Abbildung 10: Tatsächliche Entwicklung der vermiedenen Emissionen des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013

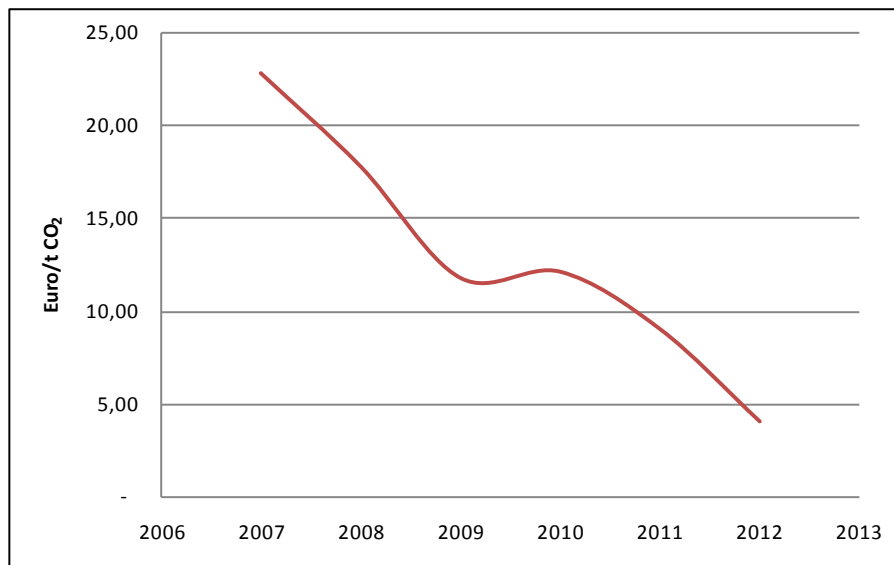


Quelle: UNFCCC 2015 b; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Die zertifizierten vermiedenen Emissionen werden in t CO₂ durch den CDM-Executive Board an den Projektträger ausgegeben. Über die CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013 wurden beim dargestellten Maguan Daliangzi Hydro Power Project im Rahmen des CDM tatsächlich

Summe 576.138 Emissionszertifikate ausgegeben. Die im Voraus geplante Menge an vermiedenen Emissionen von 683.670 tCO₂ wurde also de facto um etwa 16 % unterschritten.

Abbildung 11: Tatsächliche Entwicklung des CER-Preises auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX AG) in Leipzig während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013



Quelle: European Energy Exchange –EEX, 2015; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Abbildung 11 zeigt die tatsächliche Entwicklung des Preises der Certified Emission Reductions während der untersuchten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013 des Maguan Daliangzi Hydro Power Project im Rahmen des CDM dargestellt. Auf Basis der quartalsweise verfügbaren Preise wurde von der Verfasserin der jährliche Durchschnittspreis ermittelt. Dieser sank von € 22,80/t CO₂ (2006) auf € 4,-/t CO₂ (2012).

Tabelle 6 zeigt den Vergleich des in den Projektunterlagen ausgewiesenen im Voraus erwarteten CER-Preises und den auf dieser Grundlage errechneten internen Zinssatz des Speicherkraftwerks mit dem von der Verfasserin berechneten tatsächlich erzielten CER-Preis und dem auf dieser Grundlage errechneten tatsächlichen internen Zinssatz. Aufgrund des niedrigeren CER-Preises auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig während der CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013 konnte nur ein niedrigerer interner Zinssatz des Projekts erzielt werden, nämlich 9,2 %, als in der Planung angestrebt wurde (10,3 %).

Tabelle 6: Vergleich des geplanten und tatsächlichen durchschnittlichen CER-Preises und der resultierenden internen Zinssätze des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013

	Maßnahmenfall Ex-Ante	Maßnahmenfall Ex-Post
CER-Preis	€ 7,-	€ 4,80
Interner Zinssatz des Projekts	10,3 %	9,2%

Quelle: Project Design Document, 2010, CDM-Executive Board, Daliangzi (China), S. 14 f.; Darstellung durch die Verfasserin.

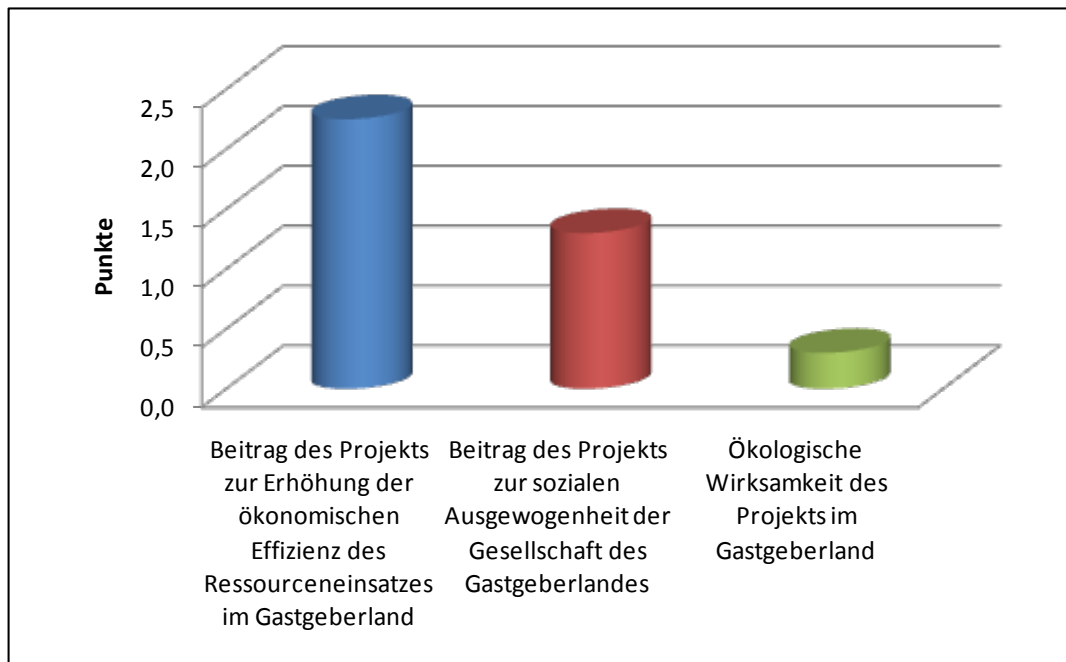
Die Verringerung ist deshalb relativ gering, weil die Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate viel niedriger sind als die Erlöse aus den Stromverkäufen. Von einem Fehlschlag des Projekts kann auf Basis der Informationen lediglich aus der ersten CER-Gutschreibungsperiode allein nicht gesprochen werden. Der CER-Preis auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig ist während der ersten drei Jahre der zweiten CER-Gutschreibungsperiode des Projekts, also 2013–2015 von € 1,08/t CO₂ (2013) auf € 0,45/t CO₂ (2015) gesunken (European Energy Exchange –EEX, 2015). Somit sank bis Ende 2015 der interne Zinssatz des Speicherkraftwerks weiter ab.

5.1.2 Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes China

Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse des Beitrags des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes China werden in Abbildung 12 dargestellt. Die Methode zur Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes wird in Kapitel 2.3.2 dargestellt. Die Bewertung der Nutzenvariablen wird auf einer Skala zwischen -1 Punkt (mangelhaft) bis +1 Punkt (sehr gut) durchgeführt. Basierend auf den Projektunterlagen wurden bei der Projektumsetzung innovative Techniken eingesetzt, neue Arbeitsplätze geschaffen und ein finanzieller Nutzen für die nationale Wirtschaft Chinas erbracht. Daher wird der Beitrag des Projekts im Rahmen des CDM zur Erhöhung der ökonomischen Effizienz des Ressourceneinsatzes im Zielland mit 2,3 Punkten sehr positiv bewertet. Der Beitrag des Projekts zur sozialen Ausgewogenheit der Gesellschaft des Ziellandes wird wegen der Beteiligung von Interessensgruppen an der Planung des Projekts

und der Verbesserung der regionalen Infrastruktur der Bevölkerung im Rahmen der Projektumsetzung mit 1,3 Punkten bewertet. Aufgrund der vermiedenen CO₂-Emissionen wird außerdem die ökologische Wirksamkeit des Projekts in China mit 0,3 Punkten bewertet.

Abbildung 12: Beitrag des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes



Quelle: Project Design Document, 2010, CDM-Executive Board, Daliangzi (China); Darstellung durch die Verfasserin.

5.2 Fallstudie II: Ningxia Federal Solar Cooker Project (Solarkraftprojekt in China)

Im Rahmen des Ningxia Federal Solar Cooker Project wurden 19.000 Solarkocher an bedürftige Einwohner in China verteilt. Das gesamte Projektgebiet umfasst ca. 3118 km². Die geplante durchschnittlich erzeugte elektrische Energiemenge pro Solarkocher beträgt 773,5 Wh. Die Umweltentlastung hinsichtlich Kohlendioxid durch das Projekt entsteht dadurch, dass die Solarkocher den Betrieb konventioneller Kohleöfen mit dem gleichen Energiegewinnungspotenzial in der Region zu vermeiden erlauben. Außerdem wurden die Hygienestandards in den Wohnräumen durch die Reduktion von Rauch und Staub verbessert. Die Solarkocher wurden im Jahr 2009 in Betrieb genommen, ihre wirtschaftliche Lebensdauer ist in den Projektunterlagen für den CDM mit 11 Jahren bemessen.

Projektakteure

Die Projektakteure sind die Ningxia Federal Intertrade Co. im Zielland und das Außenministerium von Finnland.

Die geografische Lage

Die Projektbeteiligung umfasst die ländlichen Gebiete des Xiji Landkreises im Südwesten der autonomen Region Ningxia Hui.

Abbildung13: Geografische Lage des Ningxia Federal Solar Cooker Project



Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China), S. 3 (Darstellung ohne Maßstab).

5.2.1 Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung des neuen Projekts

Konzeptive Grundlage der Projektanalyse ist die Unterscheidung von vier Systemzuständen:

1. Systemzustand: **Status quo (2004)**

Basisjahr für die erhobenen Daten der Projektplanung des neuen Solarkraftprojekts.

2. Systemzustand: **Planungsnullfall (2008–2019)**

Betrieb hypothetischer konventioneller Kohleöfen mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge, wie sie bei den neuen Solarkochern vorgesehen ist, jedoch wird die Existenz letzterer ansonsten aus der Betrachtung ausgeblendet.

3. Systemzustand: **Maßnahmenfall außerhalb des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019)**

Betrieb der neuen Solarkocher mit der gleichen elektrischen Energiemenge, wie jene der hypothetischen Kohleöfen im Planungsnullfall, jedoch wird angenommen, dass das Projekt nicht im Rahmen des CDM umgesetzt wird. Die im 2. Systemzustand hypothetisch angenommenen Kohleöfen werden im 3. Systemzustand als inexistent angenommen, weil sie durch die Inbetriebnahme der neuen Solarkocher vermieden werden konnten.

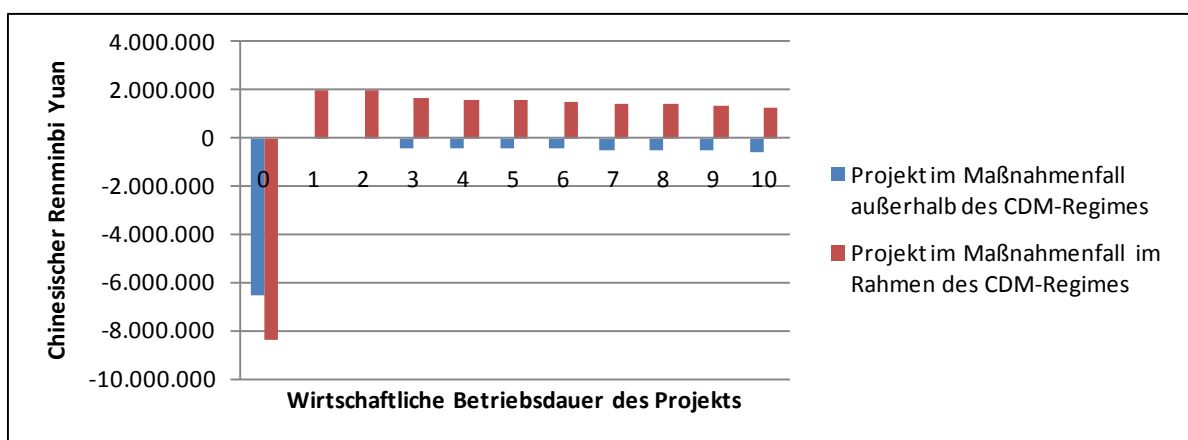
4. Systemzustand: **Maßnahmenfall im Rahmen des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019; gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019)**

Betrieb der neuen Solarkocher im Rahmen des CDM. Dieser institutionelle Rahmen bewirkt, dass die im Vergleich zum Planungsnullfall festgestellte Vermeidung von CO₂-Emissionen erstens CDM-offiziell gemessen und registriert und zweitens dem Projektbetreiber als Emissionszertifikate (CERs) gutgeschrieben werden. Im hier untersuchten Ningxia Federal Solar Cooker Project beginnt im 4. Systemzustand die Periode der Gutschreibung von Certified Emission Reductions mit dem ersten Betriebsjahr 2009 und die ausgegebenen Emissionszertifikate werden bei der Projektbewertung in Form der jährlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate zu dem bei der Projektplanung angenommenen Zertifikatspreis berücksichtigt.

5.2.1.1 Analyse des internen Zinssatzes des Projektes außerhalb des CDM (3. Systemzustand) und im Rahmen des CDM (4. Systemzustand)

Abbildung 14 veranschaulicht, dass als wirtschaftliche Betriebsdauer des Solarkraftprojekts außerhalb des CDM und im Rahmen des CDM 11 Jahre geplant sind. Für das Projekt im Rahmen des CDM wird eine CER-Gutschreibungsperiode von 10 Jahren geplant. Die Erneuerung der CER-Gutschreibungsperiode ist nach den CDM-Regeln nicht mehr möglich.

Abbildung 14: Geplante Kosten und Erlöse des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019



Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China), S. 10 f.; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Bei der Investitionsanalyse wird der Maßnahmenfall außerhalb des CDM mit dem Maßnahmenfall im Rahmen des CDM verglichen. Die Ergebnisvariable der Investitionsanalyse ist der interne Zinssatz (IRR – Internal Rate of Return) des Projekts, hier also des Solarkraftprojekts. In Tabelle 7 wird überprüft ob, der interne Zinssatz des Solarkraftprojekts außerhalb des CDM unterhalb des vom Zielland China geforderten Mindestniveaus von 10 % liegt und es daher nicht realisiert werden würde.

Tabelle 7: Interner Zinssatz des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019

	Projekt im Maßnahmenfall außerhalb des CDM	Projekt im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM
Interner Zinssatz	Kein interner Zinssatz	IRR 15,10 %

Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China), S. 10 f.; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Tabelle 7 zeigt, dass der Interne Zinssatz des Solarkraftprojekts durch Einbeziehung der Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate, d. h. bei einer Umsetzung des Projekts im Rahmen des CDM, von 0 auf 15,10 % erhöht wird. Wegen des starken Anstiegs des internen Zinssatzes wird dieses Projekt als durch den CDM-Mechanismus induziert angesehen; das Kriterium der „Zusätzlichkeit“ gilt also als erfüllt.

5.2.1.2 Analyse der Vermeidung der CO₂-Emissionen durch das neue Projekt

Die jährlich durch das neue Solarkraftprojekt vermiedenen Emissionen ergeben sich als Differenz zwischen den Emissionen der angenommenen Kohleöfen im Planungsnullfall und jener des neuen Solarkraftprojekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM. Diese vermiedenen Emissionen treten laut Planung zwar in allen Jahren der vorgesehenen wirtschaftlichen Betriebsdauer des Projekts ein, sie werden aber nur für die Jahre der CER-Gutschreibungsperiode zertifiziert.

Tabelle 8: Geplante Mehremissionen der Kohleöfen im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019

Jahr	Mehremissionen im Planungsnullfall (t CO₂)	Emissionen im Maßnahmenfall (t CO₂)
2009/10	40.702	0
2011	40.702	0
2012	40.702	0
2013	40.702	0
2014	40.702	0
2015	40.702	0
2016	40.702	0
2017	40.702	0
2018	40.702	0
2019	40.702	0
Summe	407.020	0

Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China), S. 19; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Laut Planung des Projekts werden durch das Solarkraftprojekt des Maßnahmenfalls insgesamt 407.020 t CO₂ vermieden und in der dargestellten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019 als Certified Emission Reductions zertifiziert.

5.2.1.3 Analyse der durch das Solarkraftprojekt im 4. Systemzustand vermiedenen CO₂-Emissionen („CO₂-Vermeidungskosten“)

Die CO₂-Vermeidungskosten bei Realisierung des Solarkraftprojekts im Rahmen des CDM werden als Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne ausgewiesen, sie sind eine Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das geplante Solarkraftprojekt. Die CO₂-Vermeidungskosten des neuen Solarkraftprojekts ergeben sich als Differenz zwischen den in den Projektunterlagen ausgewiesenen, im Voraus erwarteten Gesamtkosten des neuen Solarkraftprojekts im Maßnahmenfall (im Rahmen des CDM) und der, von der Verfasserin angenommenen, Gesamtkosten der hypothetischen, hinsichtlich der gewonnen Energiemenge äquivalenten, Kohleöfen im Planungsnullfall. Die ermittelte Differenz der Gesamtkosten wird dividiert durch die Menge der durch das neue Solarkraftprojekt im Rahmen des CDM vermiedenen Emissionen. Das Ergebnis sind die von den Projektbetreibern geplanten CO₂-Vermeidungskosten innerhalb der Bandbreite möglicher

Prognosefehler. Tabelle 9 zeigt die geplanten CO₂-Vermeidungskosten des neuen Solarkraftprojekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM.

Tabelle 9: Geplante CO₂-Vermeidungskosten des Ningxia Federal Solar Cooker Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019

	Vermeidungskosten in € pro t CO₂
Ningxia Federal Solar Cooker Project, China	0,57

Quelle: Darstellung durch die Verfasserin.

5.2.1.4 Vergleich der CO₂-Vermeidungskosten des Solarkraftprojekts mit dem CER-Preis

Neben den CO₂-Vermeidungskosten als erste Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der geplanten Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das Solarkraftprojekt ist der CER-Preis auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig die zweite Grundlage. Hat man beide ermittelt, lässt deren Vergleich die zentrale Aussage zu, ob durch das gegenständliche Projekt CO₂-Emissionen kosteneffizient vermieden werden bzw. welches Niveau der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung erzielt wird. In Tabelle 10 zeigt sich, dass beim Ningxia Federal Solar Cooker Project die Vermeidungskosten pro t CO₂ 14,91-mal niedriger sind als der CER-Preis laut Projektplanung. Daher werden die durch das Solarkraftprojekt laut Planung vermiedenen CO₂-Emissionen kosteneffizient vermieden.

Tabelle 10: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO₂ mit dem geplanten CER-Preis des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019

Vermeidungskosten pro t CO ₂	CER-Preis
€ 0,57	€ 8,50

Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China), S. 11; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

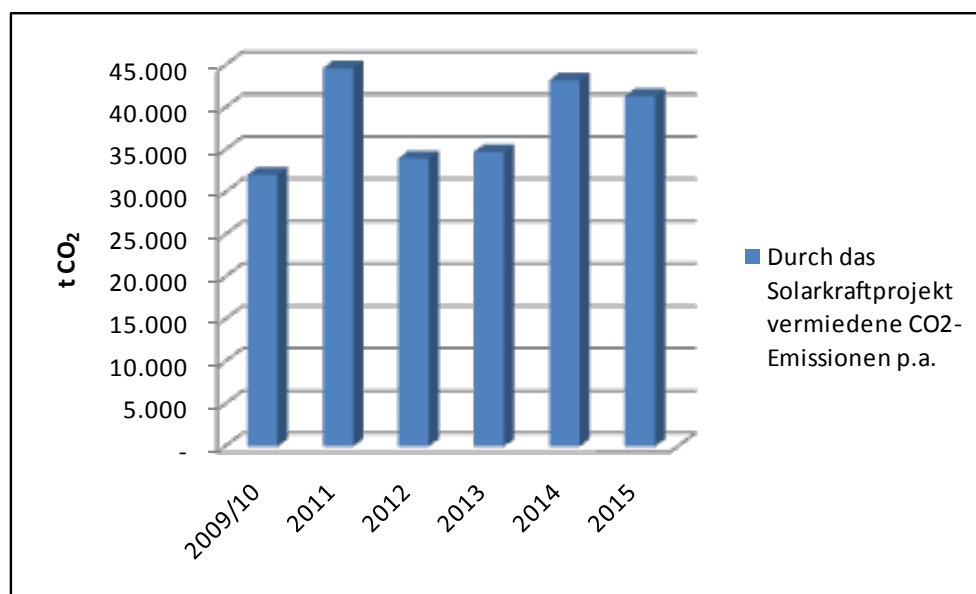
Tabelle 7 zeigt, dass beim gegenständlichen Solarkraftprojekt ausschließlich aus dem Verkauf der Emissionszertifikate Erlöse erzielt werden.

5.2.1.5 Entwicklung der vermiedenen Emissionen und des CER-Preises (gemäß Projektplanung) im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung der beiden Größen

Nun wird die Entwicklung der durch das Ningxia Federal Solar Cooker Project im Rahmen des CDM laut Projektplanung während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019 vermiedenen Emissionen (Tabelle 8) und des CER-Preises (Tabelle 10) dargestellt und im Anschluss mit der tatsächlichen Entwicklung der beiden Größen verglichen.

Durch den Betrieb der neuen Solarkocher wurden pro Jahr tatsächlich rund 30.000 bis 40.000 t CO₂ vermieden, indem sie die im Planungsnullfall angenommenen Kohleöfen ersetzten (Abbildung 15). Die dargestellten vermiedenen Emissionen gelten für die CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019, die jedoch noch nicht abgeschlossen wurde.

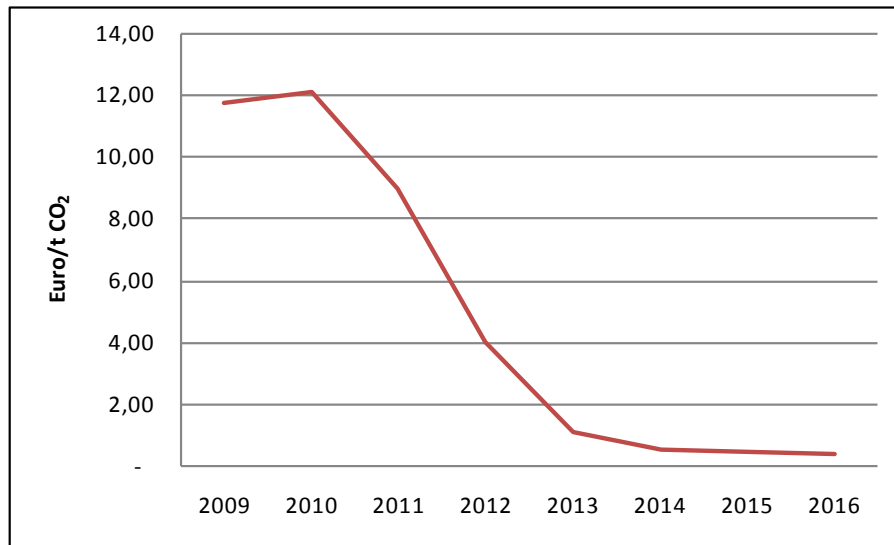
Abbildung 15: Tatsächliche Entwicklung der vermiedenen Emissionen des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Rahmen des CDM während der CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019



Quelle: UNFCC 2015 c; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Die zertifizierten vermiedenen Emissionen werden in t CO₂ durch den CDM-Executive Board an den Projektträger ausgegeben. Über die CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019 wurden beim dargestellten Ningxia Federal Solar Cooker Project im Rahmen des CDM bis 2015 in Summe 207.028 Emissionszertifikate ausgegeben.

Abbildung 16: Tatsächliche Entwicklung des CER-Preises auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig während der CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019



Quelle: European Energy Exchange –EEX, 2015; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Abbildung 16 veranschaulicht die tatsächliche Entwicklung des Preises der Certified Emission Reductions während der untersuchten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019 des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Rahmen des CDM. Auf Basis der quartalsweise verfügbaren Preise wurde von der Verfasserin der jährliche Durchschnittspreis ermittelt. Dieser stieg von € 11,76/t CO₂ (2009) auf € 12,10/t CO₂ (2010) und sank dann auf € 0,40/t CO₂ (2016).

Tabelle 11 zeigt den Vergleich des in den Projektunterlagen ausgewiesenen, im Voraus erwarteten CER-Preises und auf dieser Grundlage errechnete interne Zinssatz des Solarkraftprojekts mit dem von der Verfasserin berechneten tatsächlich erzielten CER-Preis und dem auf dieser Grundlage errechneten tatsächlichen internen Zinssatz. Aufgrund des niedrigeren CER-Preises auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig während der CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019 konnte kein interner Zinssatz des Projekts erzielt werden. In der Planung wurde ein interner Zinssatz von 15,10 % angestrebt.

Tabelle 11: Vergleich des geplanten und tatsächlichen durchschnittlichen CER-Preises und der resultierenden internen Zinssätze des Ningxia Federal Solar Cooker Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019

	Maßnahmenfall Ex-Ante	Maßnahmenfall Ex-Post
CER-Preis	€ 8,50	€ 2,90
Interner Zinssatz des Projekts	15,1 %	Kein interner Zinssatz

Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China), S. 11; Darstellung durch die Verfasserin.

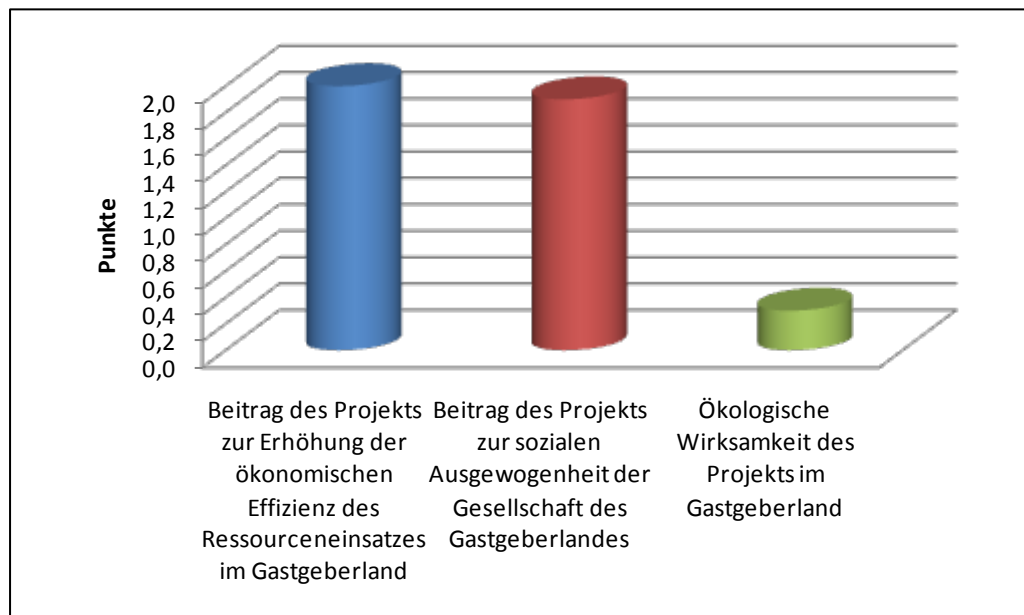
Die Verringerung ist deshalb relativ hoch, weil außer den Erlösen aus dem Verkauf der Emissionszertifikate keine weiteren erzielt werden. Von einem Fehlschlag des Projekts kann auf Basis der Informationen nicht gesprochen werden, denn die CER-Gutschreibungsperiode endet erst in 2019. Der CER-Preis auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig ist während der ersten sechs Jahre der gesamten CER-Gutschreibungsperiode des Projekts, also 2009-2016 von € 11,76/t CO₂ (2009) auf € 0,40/t CO₂ (2016) gesunken (European Energy Exchange –EEX, 2015). Somit sank bis Beginn 2016 der interne Zinssatz des Solarkraftprojekts weiter ab.

5.2.2 Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes China

Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse des Beitrags des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes China werden in Abbildung 17 dargestellt. Die Methode zur Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes wird in Kapitel 2.3.2 dargestellt. Die Bewertung der Nutzenvariablen wird auf einer Skala zwischen -1 Punkt (mangelhaft) bis +1 Punkt (sehr gut) durchgeführt. Da das Solarkraftprojekt im Vergleich mit den untersuchten Projekten aus den Fallstudien I, III und IV die geringsten geplanten CO₂-Vermeidungskosten pro Tonne aufweist und durch die Projektumsetzung ein finanzieller Nutzen für die nationale Wirtschaft Chinas erbracht wurde, wird der Beitrag des Projekts zur Erhöhung der ökonomischen Effizienz des Ressourceneinsatzes im Zielland mit 2,0 Punkten am höchsten bewertet. Der Beitrag des Projekts zur sozialen Ausgewogenheit der Gesellschaft im Zielland wird wegen der Beteiligung von Interessensgruppen an der Planung des Projekts und der Verbesserung der Lebensqualität der EinwohnerInnen mit 1,9 Punkten bewertet.

Zudem werden die Hygienestandards in den Wohnräumen durch das Projekt erhöht und in weiterer Folge wird sich auch die Gesundheit der EinwohnerInnen verbessern. Die ökologische Wirksamkeit des Projekts in China wird aufgrund der vermiedenen CO₂-Emissionen mit 0,3 Punkten bewertet.

Abbildung 17: Beitrag des Ningxia Federal Solar Cooker Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes



Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China); Darstellung durch die Verfasserin.

5.3 Fallstudie III: Nam La Hydro Electric Power Project (Flusskraftwerk in Vietnam)

Das Nam La Hydro Electric Power Project besteht in einem Flusskraftwerk im Norden Vietnams mit einer Leistung von 27 MW. Im Rahmen der Projektumsetzung wurde der Fluss Nam La umgelenkt. Das Wasser wurde mithilfe eines neu gebauten Tunnels zum Kraftwerk und von dort durch einen Unterwassertunnel zurück in den Fluss geleitet. Die geplante durchschnittlich erzeugte elektrische Energiemenge beträgt 101,947 MWh pro Jahr. Die Umweltentlastung hinsichtlich Kohlendioxid durch das Wasserkraftwerk entsteht dadurch, dass es den Betrieb eines steinkohlebefeuerten Kraftwerks mit dem gleichen Energiegewinnungspotenzial in der Region zu vermeiden erlaubt. Das Wasserkraftwerk wurde im Jahr 2011 in Betrieb genommen, seine wirtschaftliche Lebensdauer ist in den Projektunterlagen für den CDM mit 38 Jahren bemessen.

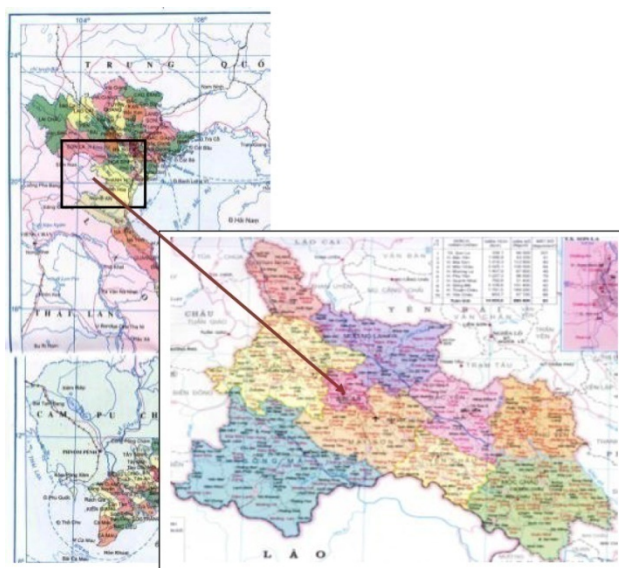
Projektakteure

Die Projektakteure sind die Viwaseen-Taybac Hydroelectric Joint Stock Company im Zielland und die EDF Trading Limited aus dem Vereinigten Königreich von Großbritannien und Nordirland.

Die geografische Lage

Das Wasserkraftwerk befindet sich am Fluss Nam La in der Provinz Son La, zwischen der Kommune Muong Bu und der Kommune Chieng Xom.

Abbildung 18: Geografische Lage des Nam La Hydro Electric Power Project



Quelle: Project Design Document, 2011, CDM-Executive Board, Nam La Hydro Electric Power Project (Vietnam), S. 4 (Darstellung ohne Maßstab).

5.3.1 Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung des neuen Projekts

Konzeptive Grundlage der Projektanalyse ist die Unterscheidung von vier Systemzuständen:

1. Systemzustand: **Status quo (2004)**

Basisjahr für die erhobenen Daten der Projektplanung des neuen Wasserkraftwerks.

2. Systemzustand: **Planungsnullfall (2008–2045)**

Betrieb eines hypothetischen konventionell befeuerten Steinkohlekraftwerks mit der gleichen erzeugten Energiemenge, wie sie im neuen Wasserkraftwerk vorgesehen ist, jedoch wird die Existenz des letzteren ansonsten aus der Betrachtung ausgeblendet.

3. Systemzustand: **Maßnahmenfall außerhalb des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045)**

Betrieb des neuen Wasserkraftwerks mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge wie jene des hypothetischen Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall, jedoch wird angenommen, dass das Projekt nicht im Rahmen des CDM umgesetzt wird. Das im 2. Systemzustand hypothetisch angenommene Steinkohlekraftwerk wird im 3. Systemzustand als inexistent angenommen, weil es durch die Inbetriebnahme des neuen Kraftwerks vermieden werden konnte.

4. Systemzustand: **Maßnahmenfall im Rahmen des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045; erste CER-Gutschreibungsperiode 2011–2017; gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2011–2045)**

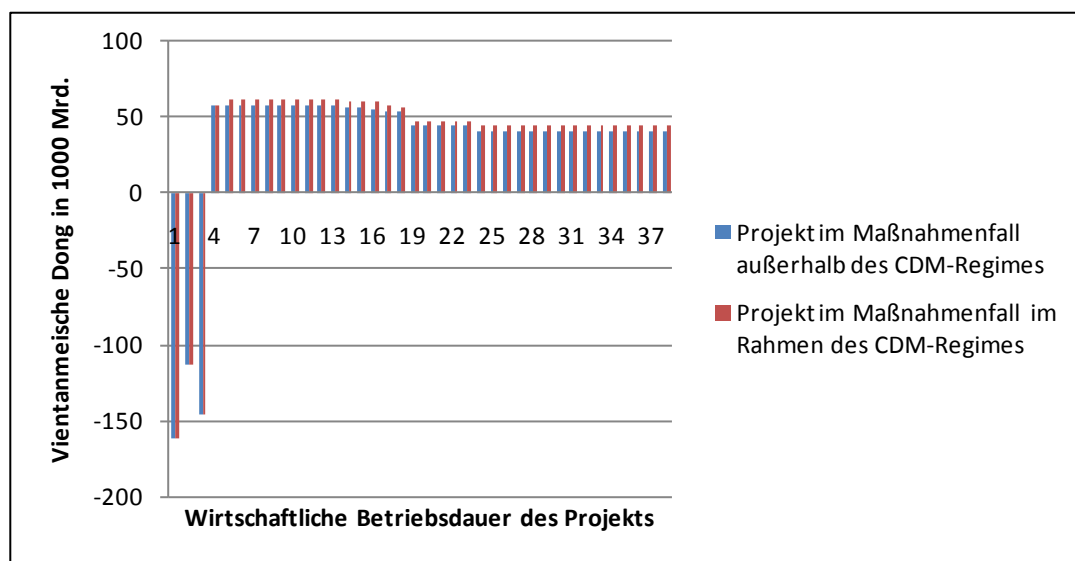
Betrieb des neuen Wasserkraftwerks im Rahmen des CDM. Dieser institutionelle Rahmen bewirkt, dass die im Vergleich zum Planungsnullfall festgestellte Vermeidung von CO₂-Emissionen erstens CDM-offiziell gemessen und registriert und zweitens dem Projektbetreiber als Emissionszertifikate (CERs) gutgeschrieben werden. Im hier untersuchten Nam La Hydro Electric Power Project beginnt im 4. Systemzustand die Periode der Gutschreibung von Certified Emission Reductions mit dem ersten Betriebsjahr 2011 und die ausgegebenen Emissionszertifikate werden bei der Projektbewertung in Form der jährlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate zu dem bei der Projektplanung angenommenen Zertifikatspreis berücksichtigt.

5.3.1.1 Analyse des internen Zinssatzes des Projekts außerhalb des CDM(3. Systemzustand) und im Rahmen des CDM (4. Systemzustand)

Abbildung 19 veranschaulicht, dass als wirtschaftliche Betriebsdauer im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM 38 Jahre geplant sind. Für

das Projekt im Rahmen des CDM werden fünf CER-Gutschreibungsperioden für das Projekt geplant und mit der wirtschaftlichen Betriebsdauer des Projekts gleichgesetzt. Dies verletzt die CDM-Regel, wonach die CER-Gutschreibungsperiode max. 3 x 7 Jahre betragen darf, dies kann jedoch als Planungsperspektive akzeptiert werden.

Abbildung 19: Geplante Kosten und Erlöse des Nam La Hydro Electric Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045



Quelle: Project Design Document, 2011, CDM-Executive Board, Nam La Hydro Electric Power Project (Vietnam), S. 18; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Bei der Investitionsanalyse wird der Maßnahmenfall außerhalb des CDM mit dem Maßnahmenfall im Rahmen des CDM verglichen. Die Ergebnisvariable der Investitionsanalyse ist der interne Zinssatz (IRR – Internal Rate of Return) des Projekts, hier also des Wasserkraftwerks. In Tabelle 12 wird überprüft, ob der interne Zinssatz des Wasserkraftwerks außerhalb des CDM unterhalb des vom Zielland Vietnam geforderten Mindestniveaus von 13,13 % liegt und daher nicht realisiert werden würde.

Tabelle 12: Interner Zinssatz des Nam La Hydro Electric Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2011–2045

	Projekt im Maßnahmenfall außerhalb des CDM	Projekt im Maßnahmenfallim Rahmen des CDM
Interner Zinssatz	IRR 11,28 %	IRR 14,59 %

Quelle: Project Design Document, 2011, CDM-Executive Board, Nam La Hydro Electric Power Project (Vietnam), S. 18; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Tabelle 12 zeigt, dass der Interne Zinssatz des Flusskraftwerks durch Einbeziehung der zusätzlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate, d. h. bei einer Umsetzung des Projekts im Rahmen des CDM, von 11,28 auf 14,59 % erhöht wird. Auch wenn die Rentabilitätsschwelle von 13,13 % gemäß Projektplanung nur gering überschritten wird, wurde das Projekt realisiert. Wegen des starken Anstiegs des internen Zinssatzes wird dieses Projekt als durch den CDM-Mechanismus induziert angesehen; das Kriterium der „Zusätzlichkeit“ gilt also als erfüllt.

5.3.1.2 Analyse der Vermeidung der CO₂-Emissionen durch das neue Projekt

Die jährlichen durch das neue Flusskraftwerk vermiedenen Emissionen ergeben sich als Differenz zwischen den Emissionen des angenommenen Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall und jener des neuen Wasserkraftwerks im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM. Diese vermiedenen Emissionen treten laut Planung zwar in allen Jahren der vorgesehenen wirtschaftlichen Betriebsdauer des Projekts ein, sie werden aber nur für die Jahre der CER-Gutschreibungsperiode zertifiziert.

Tabelle 13: Geplante Mehremissionen des Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Nam La Hydro Electric Power Project im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2011–2017

Jahr	Mehremissionen Planungsnullfall (t CO₂)	Emissionen im Maßnahmenfall (t CO₂)
2011	58.762	0
2012	58.762	0
2013	58.762	0
2014	58.762	0
2015	58.762	0
2016	58.762	0
2017	58.762	0
Summe	411.334	0

Quelle: Project Design Document, 2011, CDM-Executive Board, Nam La Hydro Electric Power Project (Vietnam), S. 33; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Laut Planung des Projekts werden durch das Flusskraftwerk des Maßnahmenfalls insgesamt 411.334 t CO₂ vermieden und in der dargestellten CER-Gutschreibungsperiode 2011–2017 als Certified Emission Reductions zertifiziert.

5.3.1.3 Analyse der durch das Flusskraftwerk im 4. Systemzustand vermiedenen CO₂-Emissionen („CO₂-Vermeidungskosten“)

Die CO₂-Vermeidungskosten bei Realisierung des Flusskraftwerks im Rahmen des CDM werden als Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne ausgewiesen, sie sind eine Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das geplante Wasserkraftwerk. Die CO₂-Vermeidungskosten des neuen Wasserkraftwerks ergeben sich als Differenz zwischen den in den Projektunterlagen ausgewiesenen, im Voraus erwarteten Gesamtkosten des neuen Wasserkraftwerks im Maßnahmenfall (im Rahmen des CDM) und der, von der Verfasserin angenommenen, Gesamtkosten des hypothetischen, hinsichtlich der gewonnen Energiemenge äquivalenten, Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall. Die ermittelte Differenz der Gesamtkosten wird dividiert durch die Menge der durch das neue Speicherkraftwerk im Rahmen des CDM vermiedenen Emissionen. Das Ergebnis sind die von den Projektbetreibern geplanten CO₂-Vermeidungskosten, innerhalb der Bandbreite möglicher

Prognosefehler. Tabelle 14 zeigt die geplanten CO₂-Vermeidungskosten des neuen Wasserkraftprojekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM.

Tabelle 14: Geplante CO₂-Vermeidungskosten des Nam La Hydro Electric Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2011–2017

	Vermeidungskosten in € pro tCO₂
Nam La Hydro Electric Power Project, Vietnam	23,39

Quelle: Darstellung durch die Verfasserin.

5.3.1.4 Vergleich der CO₂-Vermeidungskosten des Flusskraftwerks mit dem CER-Preis

Neben den CO₂-Vermeidungskosten als erste Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der geplanten Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch das Flusskraftwerk ist der CER-Preis auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig die zweite Grundlage. Hat man beide ermittelt, lässt deren Vergleich die zentrale Aussage zu, ob durch das gegenständliche Projekt CO₂-Emissionen kosteneffizient vermieden werden bzw. welches Niveau der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung erzielt wird. In Tabelle 15 zeigt sich, dass beim Nam La Hydro Electric Power Project die Vermeidungskosten pro t CO₂ 1,67-mal höher sind als der CER-Preis laut Projektplanung. Kosteneffizient wäre die Emissionsvermeidung jedoch nur dann, wenn die Vermeidungskosten pro t CO₂ nicht höher als der CER-Preis wäre. Streng genommen werden daher die durch das Flusskraftwerk laut Planung vermiedenen CO₂-Emissionen nicht kosteneffizient vermieden.

Tabelle 15: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO₂ mit dem geplanten CER-Preis des Nam La Hydro Electric Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2011–2045

Vermeidungskosten pro t CO ₂	CER-Preis
€ 23,39	€ 14,-

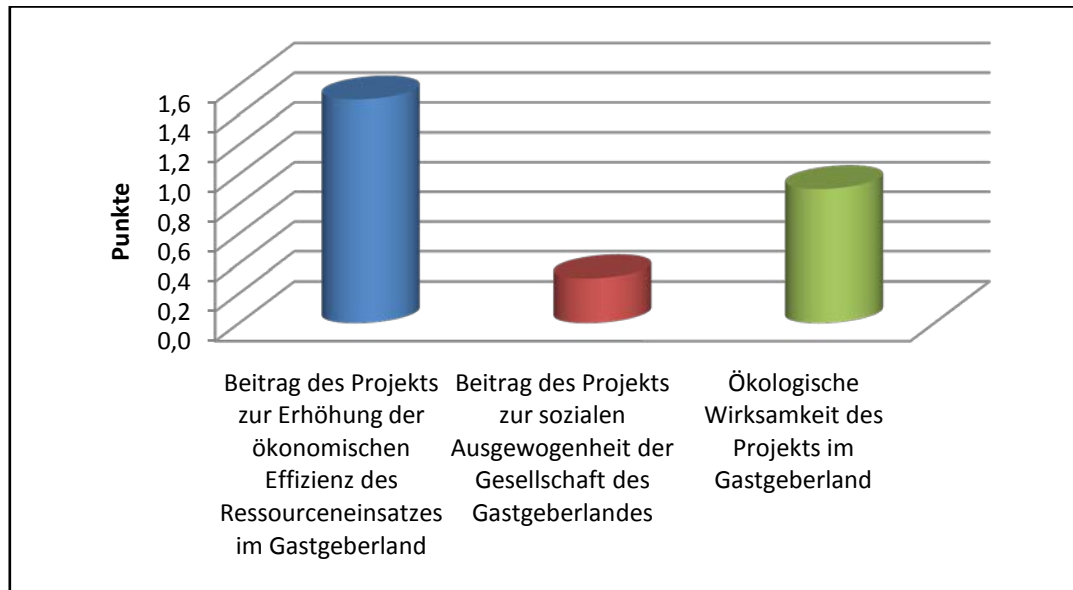
Quelle: Project Design Document, 2011, CDM-Executive Board, Nam La Hydro Electric Power Project (Vietnam), S. 17; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Tabelle 12 zeigt, dass bei dem gegenständlichen Flusskraftwerk die Erträge aus der Energiegewinnung nicht ausreichen, um das geforderte Mindestniveau des internen Zinssatzes des Projekts zu erzielen.

5.3.2 Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes Vietnam

Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse des Beitrags des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes Vietnam werden in Abbildung 20 dargestellt. Die Methode zur Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes wird in Kapitel 2.3.2 dargestellt. Die Bewertung der Nutzenvariablen wird auf einer Skala zwischen -1 Punkt (mangelhaft) bis +1 Punkt (sehr gut) durchgeführt. Basierend auf den Projektunterlagen wurden durch die Projektumsetzung neue Arbeitsplätze geschaffen und ein finanzieller Nutzen für die nationale Wirtschaft Vietnams erbracht. Daher wird der Beitrag des Projekts im Rahmen des CDM zur Erhöhung der ökonomischen Effizienz des Ressourceneinsatzes im Zielland mit 1,5 Punkten bewertet. Die ökologische Wirksamkeit des Projekts in Vietnam wird mit 0,9 Punkten bewertet, weil im Rahmen der Projektumsetzung ein neues Bewässerungssystem für regionale Agrargebiete installiert, Maßnahmen zu einer verbesserten Hochwasserentlastung durchgeführt und CO₂-Emissionen vermieden wurden. Der Beitrag des Projekts zur sozialen Ausgewogenheit der Gesellschaft des Gastlandes wird wegen der Beteiligung von lokalen Interessensgruppen an der Planung des Projekts und der Verbesserung der regionalen Infrastruktur im Rahmen der Projektumsetzung mit 0,3 Punkten bewertet.

Abbildung 20: Beitrag des Nam La Hydro Electric Power Project(Maßnahmenfall)im Rahmen des CDM während der wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes



Quelle: Project Design Document, 2013, CDM-Executive Board, Ningxia Hui Autonome Region (China); Darstellung durch die Verfasserin.

5.4 Fallstudie IV: Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. (Photovoltaikanlage in Indien)

Das Projekt Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. besteht in einer Photovoltaikanlage in Indien mit einer Leistung von 40 MW. Durch den Betrieb der Photovoltaikanlage wird aus Sonnenlicht elektrische Energie gewonnen. Die geplante durchschnittlich erzeugte elektrische Energiemenge beträgt 70,08 GWh pro Jahr. Die Umweltentlastung hinsichtlich Kohlendioxid durch die Photovoltaikanlage entsteht dadurch, dass es den Betrieb eines steinkohlebefeuerten Kraftwerks mit dem gleichen Energiegewinnungspotenzial in der Region zu vermeiden erlaubt. Die Photovoltaikanlage wurde im Jahr 2012 in Betrieb genommen, ihre wirtschaftliche Lebensdauer ist in den Projektunterlagen für den CDM mit 26 Jahren bemessen.

Projektakteur

Der Projektakteur ist die Dahanu Solar Power Pvt. Ltd im Zielland Indien.

Die geografische Lage

Die Photovoltaikanlage befindet sich im Dorf Dhursar, im östlichen Teil des Bezirks Jaisalmer in Indien.

Abbildung 21: Geografische Lage des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt.Ltd



Quelle: Project Design Document, 2012, CDM-Executive Board, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd (India), S. 5 (Darstellung ohne Maßstab).

5.4.1 Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung des neuen Projekts

Konzeptive Grundlage der Projektanalyse ist die Unterscheidung von vier Systemzuständen:

1. Systemzustand: **Status quo (2008)**

Basisjahr für die erhobenen Daten der Projektplanung der neuen Photovoltaikanlage.

2. Systemzustand: **Planungsnullfall (2012–2037)**

Betrieb eines hypothetischen konventionellen Steinkohlekraftwerks mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge, wie sie in der neuen Photovoltaikanlage vorgesehen ist, jedoch wird die Existenz des letzteren aus der Betrachtung ausgeblendet.

3. Systemzustand: **Maßnahmenfall außerhalb des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2012–2037)**

Betrieb der neuen Photovoltaikanlage mit der gleichen erzeugten elektrischen Energiemenge wie jene des hypothetischen Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall, jedoch wird angenommen, dass das Projekt nicht im Rahmen des CDM umgesetzt wird. Das im 2. Systemzustand hypothetisch angenommene Steinkohlekraftwerk wird im 3. Systemzustand als inexistent angenommen, weil es durch die Inbetriebnahme der neuen Anlage vermieden werden konnte.

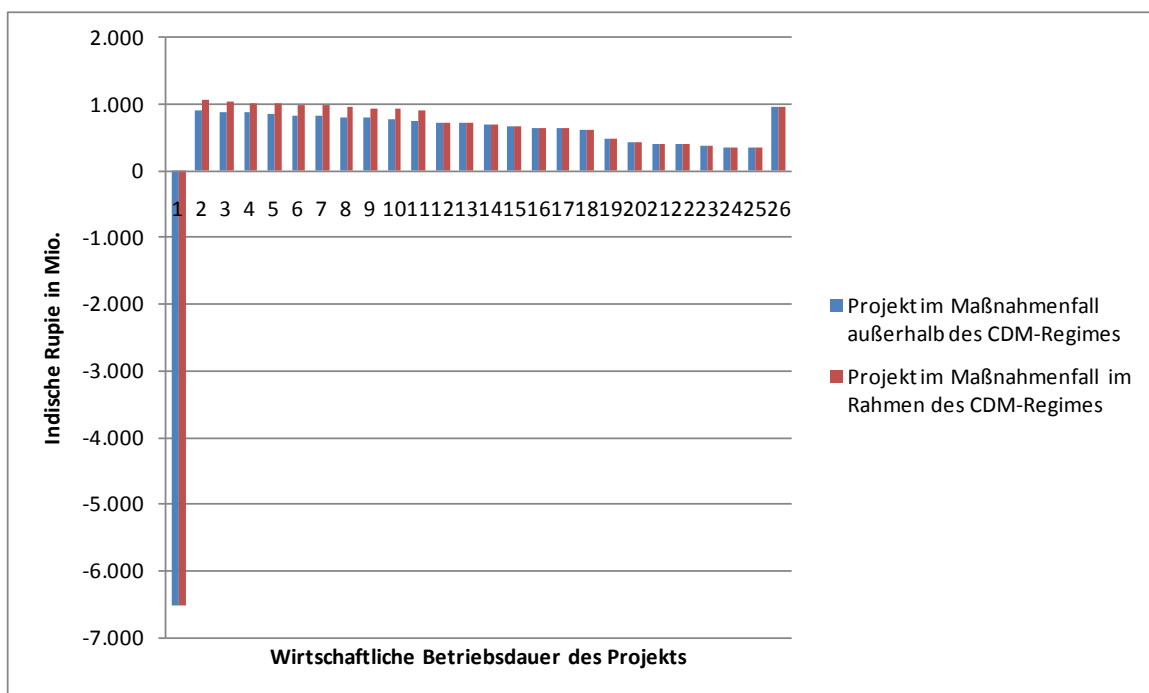
4. Systemzustand: **Maßnahmenfall im Rahmen des CDM (wirtschaftliche Betriebsdauer 2012–2037; gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022)**

Betrieb der neuen Photovoltaikanlage im Rahmen des CDM. Dieser institutionelle Rahmen bewirkt, dass die im Vergleich zum Planungsnullfall festgestellte Vermeidung von CO₂-Emissionen erstens CDM-offiziell gemessen und registriert und zweitens dem Projektbetreiber als Emissionszertifikate (CERs) gutgeschrieben werden. Im hier untersuchten Projekt Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd beginnt im 4. Systemzustand die Periode der Gutschreibung von Certified Emission Reductions mit dem ersten Betriebsjahr 2012 und die ausgegebenen Emissionszertifikate werden bei der Projektbewertung in Form der jährlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate zu dem bei der Projektplanung angenommenen Zertifikatspreis berücksichtigt.

5.4.1.1 Analyse des internen Zinssatzes des Projekts außerhalb des CDM (3. Systemzustand) und im Rahmen des CDM (4. Systemzustand)

Abbildung 22 veranschaulicht, dass als wirtschaftliche Betriebsdauer im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM 26 Jahre geplant sind. Für die Photovoltaikanlage im Rahmen des CDM wird eine CER-Gutschreibungsperiode von 10 Jahren geplant. Die Erneuerung der CER-Gutschreibungsperiode ist nach den CDM-Regeln nicht mehr möglich.

Abbildung 22: Geplante Kosten und Erlöse des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt.Ltd im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 20012–2037



Quelle: Project Design Document, 2012, CDM-Executive Board, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd (India), S. 16; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Bei der Investitionsanalyse wird der Maßnahmenfall außerhalb des CDM mit dem Maßnahmenfall im Rahmen des CDM verglichen. Die Ergebnisvariable der Investitionsanalyse ist der interne Zinssatz (IRR – Internal Rate of Return) des Projekts, hier also der Photovoltaikanlage. Tabelle 16 zeigt, dass der interne Zinssatz der Photovoltaikanlage außerhalb des CDM unterhalb des vom Zielland Indien geforderten Mindestniveaus von 13,25 % liegt und es daher nicht realisiert werden würde.

Tabelle 16: Interner Zinssatz des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2012–2037 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022

	Projekt im Maßnahmenfall außerhalb des CDM	Projekt im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM
Interner Zinssatz	IRR 11,01 %	IRR 13,32 %

Quelle: Project Design Document, 2012, CDM-Executive Board, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd (India), S. 16; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Tabelle 16 zeigt, dass der Interne Zinssatz der Photovoltaikanlage durch Einbeziehung der zusätzlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate, d. h. bei einer Umsetzung des Projekts im Rahmen des CDM, von 11,01 auf 13,32 % erhöht wird. Auch wenn die Rentabilitätsschwelle von 13,25 % gemäß Projektplanung nur marginal überschritten wird, wurde das Projekt realisiert. Wegen des starken Anstiegs des internen Zinssatzes wird dieses Projekt als durch den CDM-Mechanismus induziert angesehen; das Kriterium der „Zusätzlichkeit“ gilt also als erfüllt.

5.4.1.2 Analyse der Vermeidung der CO₂-Emissionen durch das neue Projekt

Die jährlich durch die neue Photovoltaikanlage vermiedenen Emissionen ergeben sich als Differenz zwischen den Emissionen des angenommenen Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall und jener der neuen Photovoltaikanlage im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM. Diese vermiedenen Emissionen treten laut Planung zwar in allen Jahren der vorgesehenen wirtschaftlichen Betriebsdauer des Projekts ein, sie werden aber nur für die Jahre der CER-Gutschreibungsperiode zertifiziert.

Tabelle 17: Geplante Mehremissionen des Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2012–2012

Jahr	Mehremissionen Planungsnullfall (t CO₂)	Emissionen im Maßnahmenfall (t CO₂)
2012/13	66.477	0
2014	66.477	0
2015	66.477	0
2016	66.477	0
2017	66.477	0
2018	66.477	0
2019	66.477	0
2020	66.477	0
2021	66.477	0
2022	66.477	0
Summe	665.136	0

Quelle: Project Design Document, 2012, CDM-Executive Board, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd (India), S. 25; Darstellung modifiziert durch die Verfasserin.

Laut Planung des Projekts werden durch die Photovoltaikanlage des Maßnahmenfalls insgesamt 665.136 t CO₂ vermieden und in der dargestellten CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022 als Certified Emission Reductions zertifiziert.

5.4.1.3 Analyse der durch die Photovoltaikanlage im 4. Systemzustand vermiedenen CO₂-Emissionen („CO₂-Vermeidungskosten“)

Die CO₂-Vermeidungskosten bei Realisierung der im Rahmen des CDM werden als Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne ausgewiesen, sie sind eine Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch die geplante Photovoltaikanlage. Die CO₂-Vermeidungskosten der neuen Photovoltaikanlage ergeben sich als Differenz zwischen den in den Projektunterlagen ausgewiesenen, im Voraus erwarteten Gesamtkosten der neuen Photovoltaikanlage im Maßnahmenfall (im Rahmen des CDM) und der, von der Verfasserin angenommenen, Gesamtkosten des hypothetischen, hinsichtlich der gewonnen Energiemenge äquivalenten, Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall. Die ermittelte Differenz der Gesamtkosten wird dividiert durch die Menge der durch die neue Photovoltaikanlage im Rahmen des CDM vermiedenen Emissionen. Das Ergebnis sind die

von den Projektbetreibern geplanten CO₂-Vermeidungskosten, innerhalb der Bandbreite möglicher Prognosefehler. Tabelle 18 zeigt die geplanten CO₂-Vermeidungskosten des neuen Wasserkraftprojekts im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM.

Tabelle 18: Geplante CO₂-Vermeidungskosten des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd(Maßnahmenfall)im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022

	Vermeidungskosten in € pro tCO₂
Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd., Indien	50,37

Quelle: Darstellung durch die Verfasserin.

5.4.1.4 Vergleich der CO₂-Vermeidungskosten der Photovoltaikanlage mit dem CER-Preis

Neben den CO₂-Vermeidungskosten als erste Grundlage für die Ermittlung des Niveaus der geplanten Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch die Photovoltaikanlage ist der CER-Preis auf Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig die zweite Grundlage. Hat man beide ermittelt, lässt deren Vergleich die zentrale Aussage zu, ob durch das gegenständliche Projekt CO₂-Emissionen kosteneffizient vermieden werden bzw. welches Niveau der Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung erzielt wird. In Tabelle 19 zeigt sich, dass beim Projekt Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd die Vermeidungskosten pro t CO₂ 1,26-mal höher sind als der CER-Preis laut Projektplanung. Kosteneffizient wäre die Emissionsvermeidung jedoch nur dann, wenn die Vermeidungskosten pro t CO₂ nicht höher als der CER-Preis wäre. Streng genommen werden daher die durch die Photovoltaikanlage laut Planung vermiedenen CO₂-Emissionen nicht kosteneffizient vermieden.

Tabelle 19: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO₂ mit dem geplanten CER-Preis des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022

Vermeidungskosten pro t CO ₂	CER-Preis
€ 50,37	€ 44,-

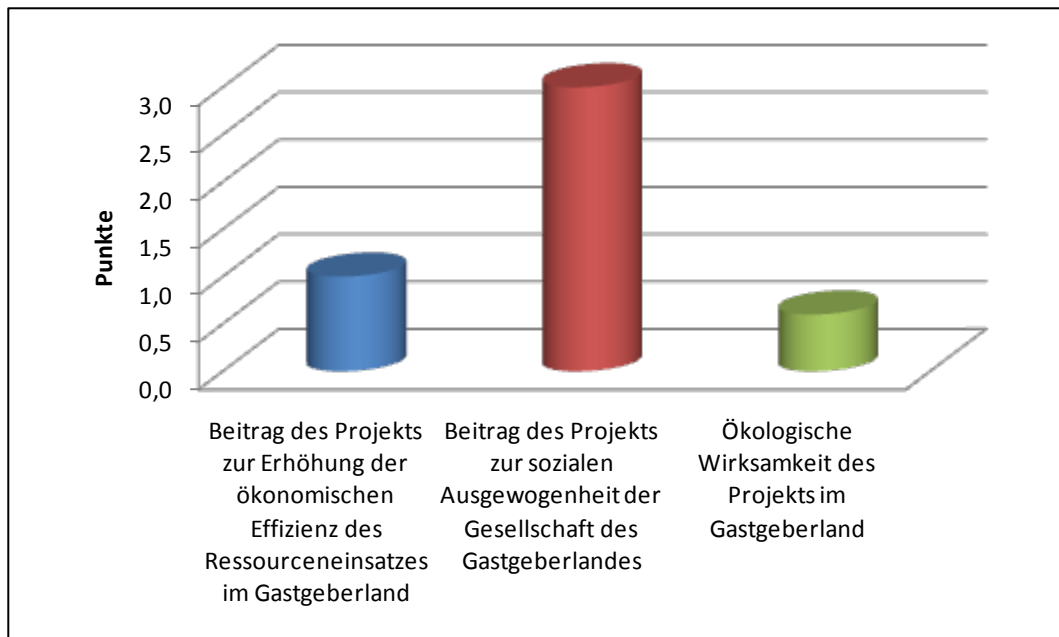
Quelle: Project Design Document, 2012, CDM-Executive Board, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. (India), S. 16; Darstellung durch die Verfasserin.

In Tabelle 16 wurde gezeigt, dass bei der gegenständlichen Photovoltaikanlage die Erträge aus der Energiegewinnung nicht ausreichen, um das geforderte Mindestniveau des internen Zinssatzes des Projektes zu erzielen.

5.4.2 Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes Indien

Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse des Beitrags des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes Vietnam werden in Abbildung 23 dargestellt. Die Methode zur Analyse des Beitrages des Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes Indien wird in Kapitel 2.3.2 dargestellt. Die Bewertung der Nutzenvariablen wird auf einer Skala zwischen -1 Punkt (mangelhaft) bis +1 Punkt (sehr gut) durchgeführt. Basierend auf den Projektunterlagen wurde der Beitrag des Projekts im Rahmen des CDM zur sozialen Ausgewogenheit der Gesellschaft im Zielland mit 3,0 Punkten am höchsten bewertet. Denn im Rahmen der Projektumsetzung wurden regionale Arbeitsplätze geschaffen, Straßenflächen ausgebaut und lokale Interessengruppen an der Planung des Projekts beteiligt. Der Beitrag des Projekts zur Erhöhung der ökonomischen Effizienz des Ressourceneinsatzes des Ziellandes wird wegen dem Einsatz innovativer Technik durch das Projekt mit 1,0 bewertet. Die ökologische Wirksamkeit des Projekts in Indien wird mit 0,6 Punkten bewertet weil durch die Projektumsetzung CO₂-Emissionen vermieden und neue Maßnahmen zur Verbesserung der regionalen Wasserqualität entwickelt wurden.

Abbildung 23: Beitrag des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt.Ltd (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der wirtschaftlichen Betriebsdauer 2012–2037 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes



Quelle: Project Design Document, 2012, CDM-Executive Board, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. (India), S. 16; Darstellung durch die Verfasserin.

6. Vergleichende Gegenüberstellung der Analyseergebnisse der vier Fallstudien und daraus folgende Kritik sowie Ausblick auf Reformen des CDM

In der vorangehenden Analyse der vier Fallstudien des Kapitels 5 wurden zwei Gruppen von Ergebnisgrößen erarbeitet: Ergebnisgrößen bezüglich Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung der vier Projekte und bezüglich von deren Beitrags zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes. Nun sollen die, hinsichtlich der Wirkungsweise des CDM relevanten, Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Projekte herausgearbeitet werden. Darüber hinaus sollen die zulässigen Schlussfolgerungen aus der Gesamtanalyse (Literaturauswertung und Fallstudien) hinsichtlich der Wirkungsweise des CDM gezogen werden. Außerdem sollen auch die Empfehlungen zur Verbesserung der Wirkungsweise des CDM dargelegt werden.

6.1 Analyseergebnisse zur Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung

Für jedes Projekt, das als CDM-Projekt anerkannt werden soll, muss der Projektwerber nachweisen, dass es erst durch die (zusätzlich zu sonstigen Erlösen erwirtschafteten) Erlöse aus dem Verkauf der projektinduzierten Emissionszertifikate rentabel wird, d. h. die geforderte Mindesthöhe des internen Zinssatzes erreicht. Diese Bedingung ist jedenfalls notwendig für die Anerkennung eines Projekts als CDM-Projekt. Diese Bedingung scheint auch hinreichend dafür zu sein, ein Projekt als CDM-Projekt anzuerkennen, wie die vier Fallstudien zeigen: Bei drei der vier Fallstudien (Speicherkraftwerk in China, Flusskraftwerk in Vietnam und Photovoltaikanlage in Indien) sind die CO₂-Vermeidungskosten wesentlich höher als der von den Projektplanern für die Jahre der CER-Gutschreibung erwartete CER-Preis. Dennoch wurden sie als CDM-Projekte anerkannt.

Durch die ausschlaggebende Bedeutung der zentralen Regel des CDM hinsichtlich der CDM-bedingten „Zusätzlichkeit“ eines Projekts spielt die Höhe der Kosten der Emissionsvermeidung je Tonne CO₂ relativ zum CER-Preis für Beurteilung der CDM-Würdigkeit eines beantragten Projekts keine Rolle. Ob die bei der Projektplanung erwarteten CO₂-Vermeidungskosten größer, gleich oder kleiner sind als der für die Jahre der CER-Gutschreibung erwartete (durchschnittliche) CER-Preis, wird offenbar ignoriert.

Nun zu den empirischen Ergebnissen der Analyse der Fallstudien: Erstens zeigt Tabelle 20 dass alle vier Projekte dadurch induziert wurden, dass sie vor der Investitionsentscheidung als

CDM-Projekte anerkannt wurden (Solarkraftprojekt in China, Flusskraftwerksprojekt in Vietnam, Photovoltaik-Projekt in Indien) oder erwartet wurde, dass sie anerkannt werden, als sie schon davor begonnen wurden (Speicherkraftwerksprojekt in China). Denn erst durch ihre Registrierung als CDM-Projekte entstanden die zusätzlichen Erlöse aus dem Verkauf der durch die Projekte generierten Emissionszertifikate. Erst diese Erlöse steigerten den internen Zinssatz des jeweiligen Projekts etwa annähernd auf die Höhe von dessen geforderter Untergrenze in den Zielländern (auf 10,3 % beim Speicherkraftwerksprojekt in China, auf ca. 13,25 % beim Photovoltaik-Projekt in Indien) bzw. über diese Untergrenze hinaus (auf 15,2 % beim Solarkraftprojekt in China, auf ca. 14,6 % beim Flusskraftwerksprojekt in Vietnam). Allerdings war das relative Ausmaß der Steigerung des internen Zinssatzes unterschiedlich hoch (im Bereich zwischen 21 % und 58 % und im Fall des Solarkraftprojekts sogar von 0 auf 15,1 %). Demnach erfüllen alle vier Projekte das notwendige Kriterium für die Zulässigkeit eines Projekts als CDM-Projekt, CDM-bedingt „zusätzlich“ zu sein, d. h. durch den CDM verursacht worden zu sein. Damit erfüllen alle vier Projekte das *notwendige* Kriterium, dass die Emissionsvermeidung kosteneffizient erfolgt.

Zweitens zeigt Tabelle 21 jedoch, dass drei der vier CDM-induzierten Projekte nicht das für die Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung *hinreichende* Kriterium, dass die Vermeidungskosten je Tonne CO₂ nicht höher als der Zertifikatspreis sind, erfüllen: Einzig im Solarkraftprojekt in China kostet die Emissionsvermeidung je Tonne CO₂ weniger als der in Tabelle 21 angegebene CER-Preis. Für die anderen drei Projekte gilt das Umgekehrte, d. h. dort kostet die Emissionsvermeidung offenbar zu viel, um effizient zu sein. Der Effizienzgrad aus wird folgendermaßen bestimmt: Wenn der Quotient gleich 1 ist, dann ist das Projekt hinsichtlich Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung neutral (es ist für die gesellschaftliche Wohlfahrt egal, ob das Projekt durchgeführt wird oder nicht). Ist der Quotient kleiner als 1, dann bedeutet die Emissionsvermeidung durch das Projekt eine Ressourcenverschwendung, wenn die ex ante zugrunde gelegten bzw. geplanten Werte der beiden Variablen ex post tatsächlich eintreffen (isoliert beurteilt: gesellschaftliche Wohlfahrt sinkt dann durch das Projekt). Ist der Quotient größer als 1, dann bedeutet dies, dass die Emissionsvermeidung durch das Projekt kostengünstiger ist als der CER-Preis auf der EXX AG anzeigt (isoliert beurteilt: gesellschaftliche Wohlfahrt steigt dann durch das Projekt).

Tabelle 20: Interner Zinssatz der untersuchten neuen Projekte außerhalb und im Rahmen des CDM und staatlich geforderte Untergrenze des internen Zinssatzes

	Interner Zinssatz des neuen Projekts außerhalb des CDM angenommen	Veränderung des internen Zinssatzes durch Einbeziehung der zusätzlichen Erlöse aus dem Verkauf der generierten Emissionszertifikate	Interner Zinssatz des neuen Projekts im Rahmen des CDM	Staatlich geforderte Mindesthöhe des internen Zinssatzes des Kapitaleinsatzes
Maguan Daliangzi Hydro Power Project	6,50 %	3,80 % (Erhöhung um 58 %)	10,30 %	10,00 %
Ningxia Federal Solar Cooker Project	Kein interner Zinssatz	15,10 % (Erhöhung von Null auf 15,10 %)	15,10 %	10, 00 %
Nam La Hydro Electric Power Project	11,28 %	3,31 % (Erhöhung um 29 %)	14,59 %	13,13 %
Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd.	11,01	2,31 % (Erhöhung um 21 %)	13,32 %	13,25 %

Quelle: Darstellung durch die Verfasserin

Es dürfte ein strukturelles Problem der Lenkungswirkung des CDM sein, dass Projekte CO₂-Vermeidungskosten aufweisen, deren Niveau von der Höhe des CER-Preises und der CER-Erlöse *unabhängig* ist, deren CO₂-Vermeidungskosten also genauso gut größer wie kleiner als oder gleich hoch wie der angenommene CER-Preis sein können. Maßgeblich dafür sind zwei Faktoren: Der erste Faktor ist die Höhe der Differenz zwischen den Projektkosten im Planungsnullfall (=Kosten eines Projekts mit konventioneller Technologie, also im 2. Systemzustand) und den Projektkosten im Maßnahmenfall (=Kosten eines hinsichtlich des Outputs äquivalenten Projekts, jedoch mit emissionsarmer Technologie, also das Projekt im 4. Systemzustand); je größer diese Differenz ist, desto größer sind klarerweise die Vermeidungskosten. Der zweite Faktor ist, inwieweit bei einem Projekt andere Erlöse als solche aus dem Verkauf von Emissionszertifikaten zu erwarten sind, insbesondere Erlöse aus dem Verkauf von (vorwiegend energetischen) Leistungen; je mehr Nicht-CER-Erlöse anfallen, desto weniger Erlöse aus CER-Verkäufen müssen erzielt werden, damit das Projekt

den geforderten minimalen internen Zinssatz zu erwirtschaften erlaubt. D. h.: Projekte mit emissionsarmer Technologie, aber mit hohen Investitionskosten (z. B. Wasserkraftwerke), haben tendenziell mittlere bis hohe CO₂-Vermeidungskosten. Projekte mit emissionsarmer Technologie, hohen Investitionskosten, aber geringem „Kapazitätsfaktor“, d. h. geringem Grad der Ausnutzung der Arbeitsfähigkeit von Anlagen (z. B. Photovoltaik-Anlagen außerhalb von ariden Gebieten), haben tendenziell sehr hohe CO₂-Vermeidungskosten.

Als Folge dieser Wirkungszusammenhänge ist es leicht möglich, dass leistungsstarke Kraftwerke mit emissionsarmer Technologie (z. B. Wasserkraftwerke) hohe CO₂-Vermeidungskosten und ein großes Potenzial an Emissionsvermeidung (im Vergleich etwa zum Betrieb zu Kohlekraftwerken) aufweisen. Erzielen derartige Projekte hohe Erlöse aus dem Verkauf energetischer Leistungen (z. B. Stromverkäufe in einem Land mit großer Knappheit an Kraftwerksleistung relativ zur ständig wachsenden Nachfrage nach Elektrizität), dann genügt unter Umständen ein relativ niedriger CER-Preis, um die (bescheidenen zusätzlichen) Erlöse aus dem Verkauf von Emissionszertifikaten zu erzielen, die das Projekt rentabel machen. Durch den Bau und die Inbetriebnahme vieler derartiger Projekte im Rahmen des CDM können in großem Umfang CO₂-Emissionen vermieden werden, deren Vermeidungskosten weit über dem CER-Preis liegen. Derartige Projekte vermögen viel zusätzliche Elektrizität zu erzeugen, aber die inhärente Vermeidung relativ großer Mengen von CO₂-Emissionen kostet pro Tonne CO₂ viel mehr als der Preis der Emissionszertifikate beträgt.

Daraus resultiert eine massive Unsicherheit hinsichtlich der Wirkungsweise des CDM, die eine zielstrebige und kostengünstige Emissionsvermeidung behindert: Würde der CER-Preis verlässlich die minimalen Grenzvermeidungskosten von CO₂-Emissionen zum Ausdruck bringen, dann wäre diese Art der Emissionsvermeidung nicht kosteneffizient, also zu teuer, weil es anderswo kostengünstigere Möglichkeiten der Emissionsvermeidung gäbe. Hätte der CER-Preis jedoch seine theoretisch plausible Eignung zur Wiedergabe der kostenminimalen Emissionsvermeidung praktisch eingebüßt– und lägen daher die Kosten der Emissionsvermeidung in Wirklichkeit weit über dem CER-Preis – dann hätte die Nicht-Einbeziehung derartiger Projekte in den CDM und die entsprechende Schwächung derartige Emissionsvermeidungsmöglichkeiten eine Fehlallokation von Ressourcen zur Folge, nämlich einen zu geringen Ausbau etwa von Wasserkraftwerken.

Dass der CER-Preis seine zentrale Lenkungsfunktion eingebüßt hat, ist vorstellbar: z. B. dadurch

- a) dass die Staaten zu viele Emissionszertifikate unentgeltlich ausgegeben haben und dennoch immer (und auch aus anderen Gründen; siehe Punkte b bis d) vorherrschende Angebotsüberschuss den CER-Preis drückt,
- b) weil rascher technischer Fortschritt bei vielen Produktionsvorgängen die spezifischen CO₂-Emissionen vermindert (hat),
- c) weil die Wertschöpfung langsamer wächst als früher,
- d) weil Produktionen in Ländern mit weniger Regulierung verlagert wurden,
- e) weil die Förderung alternativer Technologien die Nachfrage nach Zertifikaten verringert hat.

Solange diese Unsicherheiten weiter bestehen, ist eine endgültige Evaluierung der Wirkungsweise des CDM schwierig.

Tabelle 21: Vergleich der geplanten spezifischen Vermeidungskosten mit den prognostizierten CER-Preisen der vier untersuchten Projekte im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM

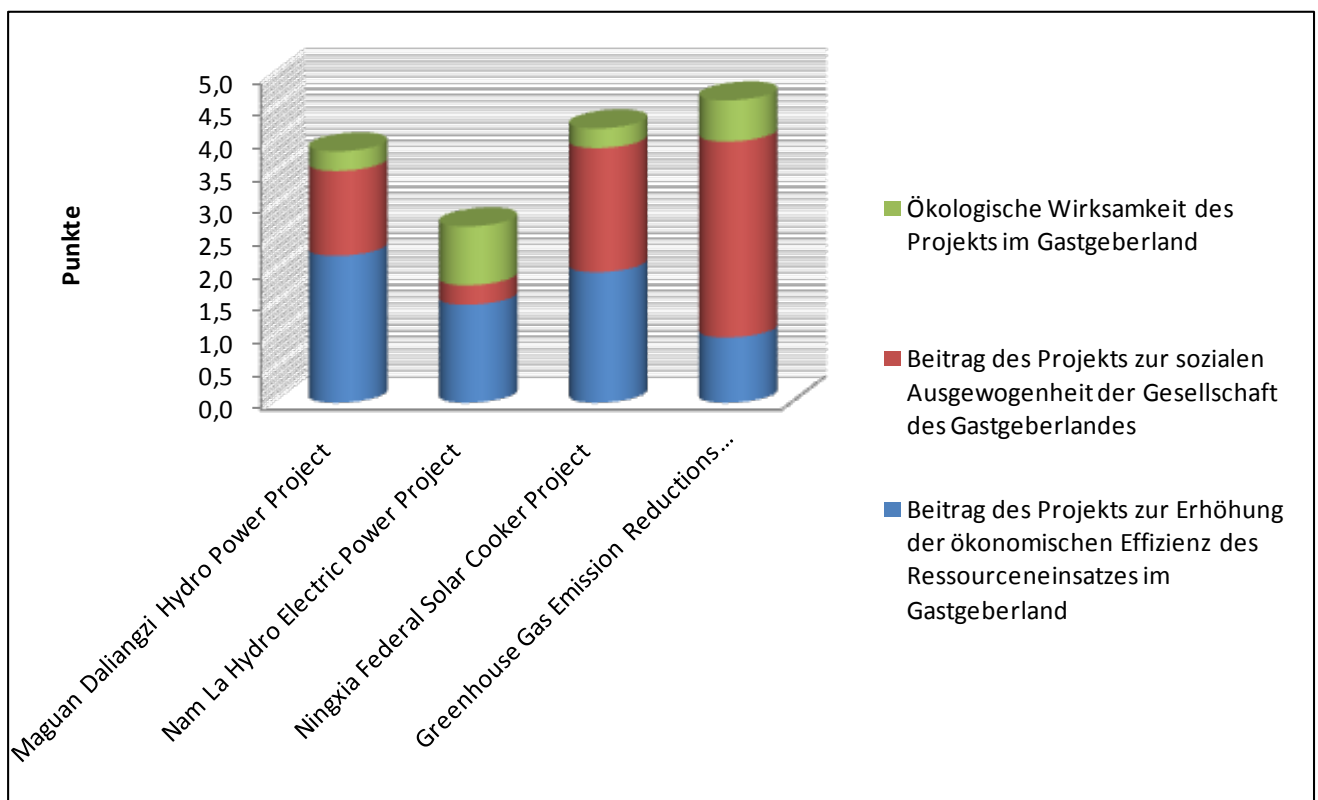
Fallstudien (Basisjahr der Projektplanung)	Spezifische Vermeidungskos- ten [€ pro t CO₂]	Effizienz-Grad = CER- Preis / Spezifische Vermeidungskosten [dimensionslos]	Aussagekraft in bezug auf Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung
Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Basisjahr 2000)	12,09	0,58	nicht kosteneffizient
Ningxia Federal Solar Cooker Project (Basisjahr 2004)	0,57	14,9	Höchstgradig kosteneffizient
Nam La Hydro Electric Power Project (Basisjahr 2004)	23,39	0,6	nicht kosteneffizient
Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. (Basisjahr 2008)	50,37	0,87	nicht kosteneffizient

Quelle: Berechnung durch die Verfasserin.

6.2 Analyseergebnisse zum Beitrag der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes

Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse zum Beitrag der vier untersuchten Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes werden in Abbildung 24 vergleichend gegenübergestellt. Beim Photovoltaik-Projekt in Indien wird von allen vier untersuchten Projekten mit 4,6 Punkten der größte Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes geleistet. Dabei wird im Vergleich mit den anderen untersuchten Projekten der Beitrag des Projekts zur sozialen Ausgewogenheit der Gesellschaft des Ziellandes mit 3,0 Punkten am höchsten bewertet. Beim Solarkraftprojekt in China wird im Vergleich mit den anderen untersuchten Projekten mit 4,2 Punkten der zweithöchste Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung im Zielland China ermittelt. Der Beitrag des Speicherkraftwerkprojekts in China zur nachhaltigen Entwicklung des Landes wird mit 3,9 Punkten am dritthöchsten bewertet. Der Beitrag des Flusskraftwerks zur nachhaltigen Entwicklung Vietnams wird mit 2,7 Punkten am geringsten bewertet.

Abbildung 24: Vergleich der Ergebnisse der Nutzwertanalyse des Beitrags der vier untersuchten Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes



Quelle: Erstellt durch die Verfasserin.

6.3 Aus den Analyseergebnissen folgende Kritik am CDM

Bei den vier untersuchten CDM-Projekten stellte sich hinsichtlich der Rolle des CER-Preises als Träger einer für den CDM essenziellen Information, nämlich über die Höhe der Grenzkosten der Emissionsvermeidung, heraus, dass er diese nicht erfüllt.

Der niedrige CER-Preis des EU-Emissionshandels⁶, aktuell beträgt er rund € 0,40, wird auf folgende wesentliche Einflüsse zurückgeführt die, in den Jahren seit Beginn der Geltung des CDM und damit des Handels mit Emissionszertifikaten entstanden sind:

1. Zu Beginn der zweiten Handelsperiode des EU-Emissionshandels 2008–2012 wurden mehr Emissionszertifikate kostenlos an die am Emissionshandel teilnehmenden Unternehmen zugeteilt als tatsächlich an Emissionen entstanden sind, sodass große Mengen davon gehortet wurden.
2. Der Überschuss an Emissionszertifikaten auf dem EU-Handelsmarkt zum Ende der zweiten Handelsperiode (Ende 2012) betrug rund 974 Mio. Tonnen. Zudem führte der krisenbedingte Rückgang des Wirtschaftswachstums zu geringeren Investitionen vieler EU-Länder und es entstand ein weiterer Überhang von rund 400 Mio. Emissionszertifikaten auf dem EU-Handelsmarkt (Moidl und Wahlmüller, 2012, S. 18)
3. Der technische Fortschritt in vielen Produktionsanlagen verringerte die Emissionen, wodurch trotz Investitionen weniger Emissionszertifikate benötigt wurden. Die Förderung erneuerbarer Energieträger im Rahmen des Handels mit Emissionszertifikaten führt dazu, dass die Anreize zur Vermeidung von Emissionen gerade bei den konventionellen Erzeugungstechnologien abnehmen. Dies ergibt sich daraus, dass die Förderung die Preise der Emissionszertifikate sinken lässt, wodurch es für die fossilen Energieträger kostengünstiger wird, emissionsverbessernde Investitionen zu unterlassen und sich stattdessen durch Erwerb von Emissionszertifikaten freizukaufen (Klein, 2014, S. 21).
4. Ende 2012 waren 5.612 CDM-Projekte mit einem prognostizierten CER-Volumen (bis 2012) von rund 2.245 Mio. Tonnen registriert. In der zweiten Handelsperiode 2008–2012 wurde ein Überschuss von rund 974 Mio. Tonnen Emissionszertifikaten festgestellt, davon wurden rund 556 Emissionszertifikate aus CDM-Projekten erworben (Moidl und Wahlmüller, 2012, S. 18).

⁶ Der Emissionshandel ist ein politisch eingeführter Handelsmarkt der durch Vorgaben der Politik gesteuert wird (Moidl und Wahlmüller, 2012, S. 7).

5. Das CDM-Regime verlangt für die Zulassung eines beantragten Projekts als CDM-Projekt vom Projektwerber den Nachweis, dass das Projekt ohne die *Erlöse* aus dem Verkauf der Emissionszertifikate (bzw. alternativ ohne die Einbeziehung der projektbedingten *Einsparungen* von Kosten der eigenen Emissionsvermeidung des Projektwerbers in die Investitionsrechnung des Projekts) die Rentabilitätsschwelle nicht zu erreichen vermag, und erst dann rentabel wird, wenn diese Erlöse in der Investitionsrechnung zu Buch schlagen (Nachweis der „Zusätzlichkeit“ des Projekts als Voraussetzung der Zulassung als CDM-Projekt). Diese zwingende Anforderung an Projekte bewirkt, dass der CER-Preis nicht die Grenzkosten der CO₂-Vermeidung reflektiert, sondern den *erforderlichen Erlös aus dem Verkauf der Emissionszertifikate*, damit das Projekt die ansonsten nicht erreichte Rentabilitätsschwelle überschreitet. In welchem Ausmaß dabei die Grenzkosten der Emissionsvermeidung den CER-Preis überschreiten, wird bei Prüfung der Zulässigkeit des Projekts als CDM-Projekt nicht beachtet. Die CDM-Autorität verlangt für die Zulassung eines Projekts, dass bei einem plausiblen CER-Preis der daraus resultierende Zusatzerlös die geforderte Rentabilitätsschwelle zu erreichen oder überschreiten erlaubt. Der CER-Preis braucht aus ihrer Sicht nicht die Grenzkosten der Emissionsvermeidung decken, weil diese ohnehin überwiegend durch die anderen Erlöse aus CER-Verkäufen, z. B. aus Stromverkäufen, gedeckt werden.
6. Weder das Ziel einer kosteneffizienten CO₂-Vermeidung durch CDM-Projekte, noch das Ziel einen möglichst gewichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit des Ressourceneinsatzes im Zielland werden von den CDM-Zulassungsstellen an Hand standardisierter Kriterien verfolgt. Projekte werden von den CDM-Zulassungsstellen wegen ihrem Nachweis der „Zusätzlichkeit“ als CDM-tauglich akzeptiert, auch wenn die Kosten von deren Emissionsvermeidung je Tonne CO₂ höher sind als der Preis der Emissionszertifikate. Je mehr derart generierte Emissionszertifikate auf dem Handelsmarkt für Emissionszertifikate angeboten und gekauft werden, desto weniger zeigt der CER-Preis die Grenzkosten der Emissionsvermeidung an, sondern den erforderlichen Erlös der Projekte aus dem Verkauf der CERs, um die geforderte Rentabilitätsschwelle zu erreichen. Durch die das Kriterium der „Zusätzlichkeit“ als Voraussetzung der Zulassung als CDM-Projekt wird das erste Ziel des CDM, nämlich Projekte kostenminimaler Emissionsvermeidung anzureizen, verfehlt.

Für die dritte Handelsperiode des EU-Emissionshandels 2013–2020 wurden folgende Maßnahmen in die Wege geleitet worden, um im Handel mit Emissionszertifikaten künftig preiserhöhende Impulse zu setzen.

Erstens werden Emissionszertifikate von den Behörden nicht mehr nur unentgeltlich an die Unternehmen ausgegeben, sondern schrittweise versteigert. Bis 2020 soll der Anteil an kostenlos zugeeilten Zertifikaten in der EU von 80 % auf 30% gesenkt werden. Ausnahmen gelten für bestimmte energieintensive Branchen der Industrie, um eine Standortverlagerungen in Länder außerhalb der EU zu verhindern (Europäische Union, 2014).

Zweitens wurde seit 2012 der Luftverkehr in den EU-Emissionshandel miteinbezogen. Sowohl gewerbliche als auch nichtgewerbliche Luftfahrzeugbetreiber müssen nun für jede aus ihrer Luftverkehrstätigkeit resultierende Tonne CO₂ ein Emissionszertifikat erwerben (DEHSt, 2014).

Drittens: Überschüssige Zertifikate der vorhergehenden Periode (2008–2012) konnten in die dritte Handelsperiode (2013–2020) mitgenommen werden. Um ein neuerliches Überangebot zu vermeiden sollen aus früheren Perioden stammende Emissionszertifikate künftig nur mehr eingeschränkt oder gar nicht mehr für die kompensatorische Anrechnung von Maßnahmen der Emissionsvermeidung in der laufenden Periode verwendet werden. Des Weiteren können ab 2013 im EU-Emissionshandelssystem nur noch aus neuen CDM-Projekten erworbene Emissionszertifikate eingesetzt werden, wenn diese Projekte in den am wenigsten entwickelten Ländern der Welt (Least Developed Countries) durchgeführt werden (DEHSt, 2015).

Viertens wurden durch Setzen einer EU-weiten Emissionsobergrenze von 2,08 Milliarden t CO₂ ab 2013 die nationalen Emissionsobergrenzen ersetzt. Die neue, EU-weite Grenze wird jährlich bis 2020 um 1,7 % herabgesetzt (Kettner, 2012, S. 738 f.).

6.4 Die Analyseergebnisse im Lichte der Literatur

Einzelne Autoren bestätigen zum Teil die Analyseergebnisse und führen noch weitere Überlegungen an. Im Zuge einer empirischen Studie von Alexeew et al. (2010) wird der Nachweis für den Zielkonflikt des CDM anhand einer Stichprobe erbracht. Die zwei Hauptziele des Clean Development Mechanism sind die kosteneffiziente Vermeidung der CO₂-Emissionen und die Förderung der nachhaltige Entwicklung in den Zielländern. Der Zielkonflikt besagt, dass mit der Verfolgung eines Ziels zugleich nur eine schlechtere

Verfolgung eines anderen Ziels möglich ist (Ulrich, 2011, S. 84). Bei der Studie von Alexeew et al. (2010) werden 40 CDM-Projekte, die in Indien umgesetzt wurden, daraufhin untersucht ob sie zu einer faktischen Vermeidung von CO₂-Emissionen beitragen. Die Analysen wurden auf Grundlage der Informationen in den veröffentlichten Projektunterlagen erstellt. Anhand der Veränderung des internen Zinssatzes der Projekte zwischen dem Maßnahmenfall außerhalb des CDM (Projekte werden nicht im Rahmen des CDM umgesetzt) und dem Maßnahmenfall im Rahmen des CDM (Projekte werden im Rahmen des CDM umgesetzt) wird analysiert, wie die Bedingung der Zusätzlichkeit erfüllt wird. Es wird untersucht ob das Projekt ohne die erzielten Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate nicht zustande gekommen wäre. Im Falle einer geringen Steigerung des internen Zinssatzes als Folge der Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate, wird die Zusätzlichkeit des CDM-Projekts angezweifelt. Anstatt dessen wird angenommen, dass das Projekt auch ohne den CDM umgesetzt worden wäre. Wird eine hohe Veränderung des internen Zinssatzes infolge des CDM festgestellt, wird angenommen, dass es sich um ein CDM induziertes Projekt handelt. Außerdem werden die Projekte auf ihren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes untersucht. Der Zielkonflikt des CDM wird in dieser Studie bestätigt und die Autoren stellen fest, dass die Ursache in der Wahl des Projekttyps liegt. Je nach Projekttyp wird entweder der Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes oder die Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung begünstigt. Die Ergebnisse zeigen, dass durch Windkraft-, Wasserkraft- und Biomasseprojekte in erster Linie der Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes gefördert wird, jedoch der Nachweis der Zusätzlichkeit fragwürdig ist. Begründet wird dies, aufgrund der niedrigen Veränderung des internen Zinssatzes bei Einbeziehung der Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate in die Investitionsrechnung. Solarkraftprojekte werden als zusätzlich angesehen, leisten aber einen geringeren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes als andere Projekttypen (Alexeew et al., 2010, S. 244).

Die Analyseergebnisse der vier CDM-Projekte zeigen Abweichungen zur oben genannten Studie auf. Die Veränderung des internen Zinssatzes durch die zusätzlichen Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate stellte sich beim Nam La Hydro Electric Power Project (3,31 %) und dem Projekt Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. (2,31 %) im Vergleich mit den anderen untersuchten Projekten als gering heraus. Die größte Veränderung des internen Zinssatzes wurde beim Ningxia Federal Solar Cooker Project (15,10 %), festgestellt. Greiner und Michaelowa (2001) verdeutlichen, dass die ökologische Wirksamkeit des CDM ausgehöhlt wird, wenn Projekte umgesetzt werden, deren Nachweis der Zusätzlichkeit als fragwürdig gilt (Greiner und

Michaelowa, 2001, S. 1008). Wenn die Zusätzlichkeit der CDM-Projekte nicht sichergestellt wird, gilt deren Vermeidung von CO₂-Emissionen nicht als Zielerfüllungsbeitrag.

Differenzen zu den Ergebnissen von Alexeew et al. (2011) werden bei der Untersuchung des Beitrags der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes festgestellt, denn bei der Analyse der vier CDM-Projekte werden die besten Resultate von Solarkraftprojekten erzielt. Die untersuchten Wasserkraftprojekte weisen im Vergleich mit den Solarkraftprojekten einen geringeren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes auf.

Bei Kolshus et al. (2011) werden die geplanten CO₂-Vermeidungen und der Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes anhand von zwei Fallstudien untersucht. Die Analyse umfasst zwei potentielle CDM-Projekte in Brasilien und China aus dem Bereich der Energiewirtschaft. Die Autoren stellen fest, dass aufgrund übermäßig strenger Kriterien für den Nachweis der Zusätzlichkeit die Projektkosten gesteigert werden. Zu diesen Kriterien zählt die wahrheitsgetreue Darstellung des Planungsnullfalls, d. h. den Betrieb des Projekts ohne CDM und die Untersuchung des Projekts auf dessen finanzielle Attraktivität.

Zielländer werden oftmals als Gegner von strengeren Kriterien für die Bewertung der Zusätzlichkeit gesehen, da sie befürchten, dass dadurch die Attraktivität des CDM für potentielle Investoren leiden könnte (Greiner und Michaelowa, 2001, S. 1008). Dieser Standpunkt betrifft auch das Ziel der Förderung der nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes, wofür es derzeit keine länderübergreifende Übereinkunft gibt. Sutter interpretiert das derzeitige Fehlen internationaler Standards in Bezug auf den Beitrag der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes als einen positiven Effekt zugunsten des Ziels der kosteneffizienten Vermeidung von CO₂-Emissionen (Sutter, 2003, S. 72).

Bei Kolshus et al. (2011) werden die zwei Projekte mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse mit anderen Projekttypen verglichen. Im Mittelpunkt stehen die Energieoutputs, die Investitionskosten und CER-Preise der jeweiligen Projektalternativen. Anschließend wird bei Kolshus et al. (2011) mittels einer Nutzwertanalyse der Beitrag der untersuchten Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes bewertet. Die Ergebnisse der Analysen werden miteinander verglichen. Die Autoren stellen fest, dass je größer die Anzahl der erfüllten Indikatoren des Beitrages eines Projekts zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes, desto höher sind die Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne. Wenn die CO₂-Vermeidung jedoch zu geringen Kosten erzielt werden kann, dann ist die Förderung der nachhaltigen Entwicklung weniger bedeutend. Die Autoren stellen bei den analysierten Projekten einen Zielkonflikt zwischen Kosteneffizienz und dem Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes fest.

Es wird vermutet, dass der CDM bei bestimmten Projekten einen Zielkonflikt impliziert und dieser durch den Einsatz von Nachhaltigkeitsprüfungen vor der Projektumsetzung früher erkannt werden kann. Diese Nachhaltigkeitsprüfung kann durch das Zielland oder durch regionale bzw. internationale Körperschaften durchgeführt werden, um die Zielerreichung von CDM-Projekten zu verbessern. Das Konfliktpotential der zwei Zielsetzungen des CDM zeigt die Notwendigkeit eines einheitlichen Beurteilungsschemas der Nachhaltigkeitskriterien in Ergänzung zu denen der Kosteneffizienz (Kolshus et al., 2001, S. 6-18).

Die Analyseergebnisse von Kolshus et al. (2011) und jener der Verfasserin weichen teilweise voneinander ab. Für die Untersuchung des Beitrages der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes durch die Autorin wurde ebenfalls, wie bei Kolshus et al. (2011), eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse des Beitrages zur nachhaltigen Entwicklung werden bei Kolshus et al. (2011) qualitativ dargestellt, während die Verfasserin eine rein quantitative Analyse durchgeführt hat. Von Kolshus et al. (2011) wird festgestellt, dass von den zwei untersuchten Projekten jenes mit den geringen Kosten nur bedingt zu einer nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes beiträgt. Im Gegensatz zu diesem Ergebnis wird nach der Analyse der vier Projekte von der Verfasserin festgestellt, dass durch das Ningxia Federal Solar Cooker Project, mit Vermeidungskosten von € 0,57/t CO₂, ein wesentlicher Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes geleistet und auch eine kosteneffiziente CO₂-Vermeidung erzielt wird. Bei dem Projekt mit den höchsten CO₂-Vermeidungskosten, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd. (€ 50,37/t CO₂), wird allerdings der größte Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes durch die Verfasserin festgestellt. Bei den untersuchten Wasserkraftprojekten zeigt sich ein geringerer Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes und es werden höhere Kosten der CO₂-Vermeidung festgestellt.

Olsen und Fenhann (2008) erstellten im Rahmen ihrer Studie eine Übersicht zu den Genehmigungsverfahren der größten Nationalen Zulassungsstellen (DNAs) für CDM-Projekte in Asien, Südamerika, Afrika, Europa und im Nahen Osten. Sie stellten fest, dass die meisten Nationalen Zulassungsstellen mithilfe von Checklisten die Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung prüfen. Eine massive Schwachstelle im Genehmigungsverfahren der Zielländer zeigte sich bei der Nachkontrolle des Beitrages der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass bei der Entscheidung über die Genehmigung von CDM-Projekten nicht auf die Förderung der nachhaltigen Entwicklung eingegangen wird. Somit zeigte sich, dass der tatsächliche Beitrag der Projekte zur

nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes keine internationale oder nationale Voraussetzung zur Anwendung des CDM ist (Olsen und Fenhann, 2008, S. 2819– 2830).

Sutter und Parreño (2007) argumentieren, dass durch den Wettbewerb um mögliche Investitionen neue negative Anreize geschaffen werden. Um diese zu vermeiden würden die Standards bezüglich des Beitrages der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung durch die Zielländer niedrig gehalten. Auf Dauer befürchten sie, dass dies zu einer Abwärtsspirale hinsichtlich des Beitrags der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung der Zielländer führen könnte (Sutter und Parreño, 2007, S. 76).

Von Kurrat und Wiedenhoff (2009) wird auf Grundlage der CDM-Projektdatenbank der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC), von Expertengesprächen und vertiefenden Studien eine Wirtschaftlichkeitsanalyse von 16 CDM-Projekten durchgeführt. Es wird eine Analyse der Kosteneffizienz erneuerbarer Energieprojekte in China vorgenommen. Für die Analyse werden die Projekte im Maßnahmenfall außerhalb des CDM (d. h. die Projekte werden nicht im Rahmen des CDM umgesetzt) untersucht und erst im Anschluss wird der CER-Preis bestimmt, der zum Erreichen der geforderten Rentabilitätsschwelle führt. Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsprüfung für Wasserkraftwerke zeigt, dass deutliche Unterschiede zwischen den Kosten für Fluss- und Speicherkraftwerksprojekten herrschen. Die durchschnittlichen CO₂-Vermeidungskosten bei Flusskraftwerken betragen € 3,20/t CO₂ und bei Speicherkraftwerken € 5,60/t CO₂. Die Autoren begründen die unterschiedlichen Werte durch die höhere Leistung der Flusskraftwerke. Die Solarkraftanlagen erwiesen sich mit € 40/t CO₂ als hochgradig kostenineffizient. Dies resultiert aus hohen Projektkosten, die nicht durch entsprechende Erlöse gedeckt werden können (Kurrat und Wiedenhoff, 2009 a, S. 38-43).

Die Analyseergebnisse der vier von der Autorin untersuchten Projekte zeigen, dass bei der Photovoltaikanlage in Indien die höchsten CO₂-Vermeidungskosten mit € 50,37/t CO₂ festgestellt werden. Beim untersuchten Speicherkraftwerk in China, dem Maguan Daliangzi Hydro Power Project, werden mit € 12,09/t CO₂ geringere CO₂-Vermeidungskosten als beim untersuchten Flusskraftwerk in Vietnam, dem Nam La Hydro Electric Power Project, mit € 23,39/t CO₂ festgestellt. Die von Kurrat und Wiedenhoff (2009) untersuchten Projekte wurden ausschließlich in China, Vietnam und Indien umgesetzt, während sich die untersuchten CDM-Projekte bei ausschließlich in China realisiert. Die Methoden der beiden Untersuchungen unterscheiden sich insofern, als von der Verfasserin im Rahmen ihrer Analyse keine Expertengespräche durchgeführt wurden.

Kurrat und Wiedenhoff (2009) stellen außerdem fest, dass Unternehmen bei der Umsetzung von Projekten im Rahmen des CDM ein Zertifikatsrisiko eingehen. Als Zertifikatsrisiko wird ein Ausfall oder eine Minderleistung bei der Generierung von Emissionszertifikaten bezeichnet; durch sie wird ein direkter Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit ausgeübt (Kurrat und Wiedenhoff, 2009 b, S. 24). Die Verfasserin kann diesen Befund auf Grund der Ergebnisse ihrer Analyse des Maguan Daliangzi Hydro Power Project bestätigen. Vor der Projektumsetzung wurden Emissionsvermeidungen im Umfang von 683.670 tCO₂ kalkuliert, jedoch wurden tatsächlich nur 577.873 tCO₂ vermieden. Die geschmälernten Erlöse aus dem Verkauf der Emissionszertifikate wirken sich im Nachhinein negativ auf den internen Zinssatz des Projekts aus.

Potentielle Investoren werden durch die niedrigen CER-Preise davon abgeschreckt, künftig noch in CDM-Projekte zu investieren, da es für die Unternehmen lohnenswerter ist, Emissionszertifikate zu einem günstigen Preis kaufen. Investitionen in kostenintensive Projekte wären hingegen riskanter. Die Planung neuer Projekte wurde stark reduziert und laufende Projektwerke zum Teil nicht fortgeführt (Schneider, 2012).

Die Analyseergebnisse der Fallstudien durch die Verfasserin zeigt, dass bei drei der vier untersuchten Projekte die Kosten der CO₂-Vermeidung pro Tonne über dem Preis pro Emissionszertifikat liegen. Der tatsächliche CER-Preis ist in den vergangenen Jahren überdies stark gesunken. Dies hat zur Folge, dass im Rahmen des CDM vermutlich bei keinem der vier Fallstudien der prognostizierte CER-Preis tatsächlich erzielt werden kann. Dadurch können die Kosten der Projekte durch die Erlöse nicht mehr gedeckt werden.

Die Project Design Documents der untersuchten Projekte stammen aus den Jahren 2010 bis 2013 und dementsprechend vorsichtig mussten die Inhalte während der Analyse interpretiert werden. Insbesondere die Darstellung der Investitionsanalyse und des Beitrages der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes könnten durch die der Projektträger an die Voraussetzungen aktualisiert werden, um zukünftige Projektprüfungen zu unterstützen.

6.5 Änderungen des EU-Emissionshandelssystems für 2013 bis 2020

Aufgrund der Erfahrungen durch die vorangehenden Perioden wurde das EU-Emissionshandelssystem für den Zeitraum von 2013 bis 2020 im Rahmen des EU-Energie- und -Klimapakets wesentlich verändert. Das Klima- und Energiepaket der Europäischen Union von 2008 sah eine Senkung der Treibhausgasemissionen in den EU-Ländern bis 2020

um 20% unter das Niveau von 1990 vor. Die daraus resultierende EU-weite Emissionsobergrenze von 2,08 Milliarden t CO₂ ersetzte die nationalen Emissionsobergrenzen und wird jährlich um 1,7 % herabgesetzt. Die Versteigerung von Emissionszertifikaten unter erwerbspflichtigen Unternehmungen, wird statt der kostenlosen Ausgabe von Emissionszertifikaten an die Unternehmungen eingesetzt. Für den Energiesektor wurde ab 2013 mit Ausnahme für die Produktion von Wärme, eine vollständige Versteigerung vorgesehen. 2013 erhielten die restlichen Sektoren 80% der Zertifikate kostenlos zugeteilt, wobei dieser Anteil bis 2020 auf 30% gesenkt wird. Ausnahmen gelten für bestimmte energieintensive Branchen der Industrie, um eine Standortverlagerungen in Länder außerhalb der EU zu verhindern. Diese Standortverlagerungen wären eine Flucht vor den Verpflichtungen des Emissionshandels. Somit würden Emissionen trotzdem stattfinden, allerdings außerhalb des EU-Raumes (Kettner, 2012, S. 738 f.).

Unternehmen die erst ab der dritten Handelsperiode (2013–2020) am EU-Emissionshandel teilnehmen, sowie Bestandsanlagen, die in der Handelsperiode bis 2012 noch keine Zuteilung von Emissionszertifikaten erhalten haben, können Emissionszertifikate aus CDM-Projekten bis zu einem Umfang von 4,5 % ihrer geprüften Emissionen im Zeitraum von 2013 bis 2020 nutzen (BMLFUW, 2012).

Ab Januar 2012 wurde auch der Luftverkehr in den EU-Emissionshandel miteinbezogen. Sowohl gewerbliche als auch nichtgewerbliche Luftfahrzeugbetreiber müssen nun für jede aus ihrer Luftverkehrstätigkeit resultierende Tonne CO₂ ein Emissionszertifikat erwerben. Vom Handel mit Emissionszertifikaten sind jene Luftfahrzeugbetreiber betroffen, die Flüge durchführen, die im Hoheitsgebiet des Europäischen Wirtschaftsraums (Territorium der EU-Mitgliedstaaten und Island, Norwegen und Liechtenstein) starten oder landen (DEHst, 2014).

In der ersten Phase des Emissionshandels (2005–2007) konnten durch die Unternehmen die überschüssigen Emissionszertifikate nicht in die nächste Periode (2008–2012) mitgenommen werden. Dies führte zu einem hohen Überangebot und der Preis für die Emissionszertifikate auf dem Handelsmarkt fiel. Überschüssige Zertifikate der zweiten Periode konnten jedoch in die dritte Handelsperiode (2013–2020) mitgenommen werden. Um ein wiederholtes Überangebot zu vermeiden und Investitionen der Unternehmen in den Klimaschutz weiterhin zu fördern, wurde eine Vereinbarung zum „Backloading“ beschlossen. Die Vereinbarung sieht vor, dass insgesamt 900 Millionen Zertifikate aus der zweiten Handelsperiode erst in den Jahren 2019 und 2020 auf den Markt kommen werden. Durch das Zurückhalten der

Emissionszertifikate sollen starke Preisschwankungen beim Handel vermieden werden (Europäische Union, 2014).

Durch die zeitliche Verlagerung wird der Überschuss an Zertifikaten jedoch nicht abgebaut. Daraufhin einigte man sich darauf die Backloading-Mengen des Europäischen Emissionshandels in eine Marktstabilitätsreserve zu überführen. Durch die Marktstabilitätsreserve werden die Auktionsmengen ab 2019 gekürzt, wenn die Menge der im Umlauf befindlichen Emissionszertifikate die festgelegte Menge von 833 Billionen Emissionszertifikaten überschreitet. Die nicht versteigerten Emissionszertifikate fließen in die Marktstabilitätsreserve. Umgekehrt werden 100 Millionen Emissionszertifikate zusätzlich versteigert, wenn festgestellt wird, dass die Umlaufmenge weniger als 400 Millionen Emissionszertifikate beträgt. Dies geschieht allerdings nur dann, wenn eine ausreichende Reserve verfügbar ist (DEHSt, 2015, S. 21 f.).

Durch die Einführung der Marktstabilitätsreserve soll das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage der Emissionszertifikate auf dem Emissionshandelsmarkt wiederhergestellt werden. Zusätzlich soll das Gleichgewicht zwischen dem Preis für Emissionszertifikate und den notwendigen Investitionen in CO₂-arme Techniken sichergestellt werden (Nader und Reichert, 2015, S. 6).

Des Weiteren können ab 2013 im EU-Emissionshandelssystem nur noch Certified Emission Reductions aus neuen CDM-Projekten eingesetzt werden, die in den am wenigsten entwickelten Ländern der Welt (Least Developed Countries) durchgeführt werden (DEHSt, 2015). Laut UNFCCC zählen zu den am schwächsten entwickelten Ländern weltweit unter anderen Afghanistan, Angola, Bangladesch, Burkina-Faso, Kambodscha und die Zentralafrikanische Republik (UNFCCC, 2015).

6.6 Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Wirksamkeit des CDM

Für die Zulassung eines beantragten Projekts als CDM-Projekt wird von den CDM-Zulassungsstellen wird der Höhe der spezifischen Vermeidungskosten keine entscheidende Bedeutung zugemessen: Dass die Vermeidungskosten eines geplanten Projekts pro Tonne CO₂ nicht höher sind als der prognostizierte CER-Preis, ist weder eine (strikt) notwendige und schon gar keine hinreichende Bedingung für die Zulassung als CDM-Projekt. Ebenso wenig ist der Nachweis des Beitrags des Projekts zur Nachhaltigkeit des Ressourceneinsatzes im

Zielland eine (strikt) notwendige oder gar hinreichende Bedingung für die Zulassung eines Projekts als CDM-Projekt.

Durch die große Bedeutung des Verfahrensschritts „Nachweis der Zusätzlichkeit“ als notwendige Voraussetzung zur Akzeptierung des Projekts können die spezifischen Vermeidungskosten größer oder kleiner als oder gleich hoch sein wie der bei der Projektplanung zugrunde gelegte CER-Preis. Für eine korrekte Beurteilung der Kosteneffizienz der CO₂-Vermeidung der untersuchten Projekte muss der tatsächliche CER-Preis der gesamten Periode der CER-Gutschreibung festgestellt und mit den Vermeidungskosten verglichen werden.

Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass die tatsächlichen Kosten der Vermeidung von CO₂-Emissionen durch CDM-Projekte höher sind als der CER-Preis auf dem Handelsmarkt der Jahre nach 2012 bis 2015. Diese Annahme gilt vor allem für Großprojekte der Industrie, die im Rahmen des CDM umgesetzt werden und bei denen neben den Erlösen aus dem Handel mit Emissionszertifikaten viel höhere Erlöse aus dem Verkauf von Energieerzeugnissen erzielen. Es werden zwar CO₂-Vermeidungen realisiert, aber durch die Bedingung der Zusätzlichkeit wird der Preis hinsichtlich der Abbildung der Kosten der CO₂-Vermeidung verfälscht. Würden nur Projekte im Rahmen des CDM umgesetzt werden, die keine anderen

Erlöse als aus CER-Verkäufen erwarten lassen, dann käme es zu keiner Störung der Informationsrolle des CER-Preises. In diesem Fall würden – durch CDM-Projekte induziert – deren CER-Preis die Grenzkosten der Emissionsvermeidung repräsentieren. Projekte deren Vermeidungskosten niedriger sein mögen als der CER-Preis, werden dadurch nicht angereizt weil diese keine anderen Erträge erzielen als aus dem Verkauf der Emissionszertifikate. Durch die Festlegung der Zusätzlichkeit als hinreichendes Kriterium für die CDM-Genehmigung wird verhindert, dass Projekte mit der kosteneffizientesten Möglichkeit zur CO₂-Vermeidung eingesetzt wird. Paradoxerweise werden eben diese kosteneffizienten CDM-Projekte am stärksten durch den niedrigen CER-Preis auf dem Handelsmarkt gefährdet, denn deren Rentabilität ist ausschließlich von den Erlösen aus dem Verkauf der generierten CERs abhängig, während andere Projekte weitere Erlöse, z. B. durch die Energieerzeugung, erzielen.

Im Rahmen des CDM wird nicht nur das Ziel der kosteneffizienten Emissionsvermeidung verfolgt, sondern es soll auch ein Beitrag zur Nachhaltigkeit des Ressourceneinsatzes im Zielland geleistet werden. Somit werden Projekte, deren geplante spezifische Kosten höher sind als der prognostizierte CER-Preis von der CDM-Zulassungsstelle akzeptiert, weil durch

sie ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes geleistet wird. Dieser Zielkonflikt führt dazu, dass die essenzielle Rolle der CER-Preise auf dem Handelsmarkt als Indikator der Grenzkosten der Emissionsvermeidung weiter verwässert wird und diese nicht die anzeigen.

Das EU-Emissionshandelssystem sollte gemäß seiner Grundausrichtung die CO₂-Emissionen der europäischen Industrie wirksam begrenzen. Durch eine festgelegte Emissionsobergrenze und den Handel von Emissionszertifikaten sollte die CO₂-Vermeidung dort stattfinden, wo es am kostengünstigsten möglich ist. Durch hohe Überschüsse an Zertifikaten, hohe Zuteilung von kostenlosen Zertifikaten an die Unternehmen und große Mengen an kostengünstigen Emissionszertifikaten aus CDM-Projekten sind die Preise für Emissionszertifikate stark gefallen. Ein wirkungsvolles System im Sinne des Klimaschutzes erfordert eine Reduktion der zulässigen Emissionsmengen. Die eingesetzten Ressourcen sollten nicht nur zu kostengünstigen Vermeidungsmaßnahmen führen, sondern auch zu einer Verminderung der tatsächlichen CO₂-Emissionen. Von der Verfasserin kann kein Gesamturteil über die Effizienz des Ressourceneinsatzes im Rahmen des CDM gefällt werden, weil nicht die gesamte erschließbare Information untersucht werden konnte und zu den analysierten Projekten noch keine tatsächlichen Preisentwicklungen und CO₂-Vermeidungsaktivitäten bekanntgegeben worden sind.

Im Zuge der vorliegenden Arbeit wurde festgestellt, dass ein Zielkonflikt zwischen den zwei Hauptzielen des Clean Development Mechanism besteht, wodurch die kosteneffiziente Vermeidung von CO₂-Emissionen wesentlich beeinträchtigt wird. Im globalen Klimaschutz sollten die eingesetzten Ressourcen so eingesetzt werden, dass sie zur maximalen Vermeidung von CO₂-Emissionen führen. Um dies zu erreichen, sollten alle Grenzkostenunterschiede bei der Vermeidung von CO₂-Emissionen ausgenutzt werden und der CER-Preis auf dem Handelsmarkt seine ursprüngliche Rolle als Informationsträger der minimalen Grenzvermeidungskosten einnehmen. Im Rahmen des CDM sollte die Effizienz in Hinblick auf die Kosten der Emissionsvermeidung der Projekte sichergestellt werden, um ein Gleichgewicht am Handelsmarkt für Emissionszertifikate erreichen zu können. In Zukunft werden strengere Regelungen für CDM-Projekte unerlässlich. Die Wirksamkeit von Emissionszertifikaten aus CDM-Projekten sollte hinsichtlich des internationalen Klimaschutzes sichergestellt werden.

6.7 Empfehlungen zur Stärkung der Wirksamkeit des CDM

Im Folgenden werden Empfehlungen skizziert, um die in Kapitel 4.4 und Kapitel 6.3 aufgezeigten Funktionsmängel des CDM zu beheben und dadurch dessen Effektivität zu erhöhen.

Die Unabhängigkeit der Designated Operational Entity, welche für die Projektvalidierung verantwortlich ist, muss gewährleistet werden. In manchen Fällen wird ihren Mitgliedern ein Interessenkonflikt vorgeworfen, weil sie als Auftragnehmer für die Projektträger tätig sind. Für die Zukunft wäre es erstrebenswert, wenn bestimmte Designated Operational Entities entlassen werden, falls feststeht, dass deren Prüfungen nicht den internationalen Bedingungen entsprechen (DEHst, 2008, S. 18).

Die Informationen über den Beitrag von CDM-Projekten zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes werden derzeit im CER-Preis nicht reflektiert. Um die Effektivität des CDM diesbezüglich zu erhöhen, sollte die Möglichkeit geschaffen werden, dass der Preis für zertifizierte Emissionsvermeidungen auch Informationen bezüglich der nachhaltigen Entwicklung enthält. Sutter und Parreño schlagen einen Höchstpreis (Premium Price) für zertifizierte Emissionsvermeidungen durch CDM-Projekte vor, die einen hohen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten. In nächster Folge soll dies zu einem höheren Anteil gleichartiger Projekte führen, die am internationalen Emissionshandel teilnehmen (Sutter und Parreño, 2007, S. 89).

Kleine CDM-Projekte, z. B. Solarkocher und Energiesparlampen, können zusammengefasst eine große Menge an CO₂-Vermeidungen erzielen und haben einen positiven Einfluss auf die nachhaltige Entwicklung. Der Fokus des CDM-Exekutivrates sollte verstärkt auf kleinen und dezentralen Projekten liegen und diese durch spezifische Anforderungen an die Projektentwicklung und Projektumsetzung möglich machen (DEHst, 2008, S. 17).

Die Entwicklung von CDM-Infrastrukturen in den am schwächsten entwickelten Ländern sollte gefördert werden. Das Fehlen nationaler Zulassungsstellen in den Zielländern gilt als Hindernis für die Projektumsetzung. Diesbezüglich wurde eine Untersuchung in den am schwächsten entwickelten, sub-saharischen Ländern Afrikas von Arens et al. (2011), durchgeführt. Im Mittelpunkt standen die Evaluation der lokalen Klimapolitik und die Lage der gegenwärtigen CDM-Infrastruktur ausgewählter Länder. Unter anderem stellten sie fest, dass eine Förderung ordnungspolitischer Rahmenbedingungen die Attraktivität der Zielländer gegenüber potentieller Investitionen steigert (Arens et al., 2011, S. 16).

Zudem sollte ein international gültiger Kriterienkatalog für die Prüfung des Beitrages von CDM-Projekten zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes erstellt werden. Das könnte

einen Beitrag leisten, um dem Wettbewerb niedriger Nachhaltigkeitskriterien zwischen Zielländern um CDM-Projekte durch Anwendung oder Hinnahme laxer Nachhaltigkeitskriterien entgegenzuwirken. Für zukünftige Untersuchungen der Kosteneffizienz von Projekten im Rahmen des CDM sollten die tatsächlichen CO₂-Vermeidungskosten und faktisch erzielten CER-Preise der betreffenden Periode als Grundlage zur Bewertung herangezogen werden.

Durch den Emissionshandel wird zwar die kostengünstigste Möglichkeit der CO₂-Vermeidung gefunden, aber eine Verminderung der CO₂-Emissionen wird allein dadurch nicht erzielt. Emissionsverminderung erfordert eine Beschränkung des CO₂-Emissionswachstums der Unternehmen durch staatlich herbeigeführte Verknappung der verfügbaren Zertifikatmengen am Handelsmarkt. Eine stärkere Limitierung der zulässigen Emissionen würde die Zahlungsbereitschaft der Unternehmen für zertifizierte Emissionsvermeidungen erhöhen. Dadurch würde der CER-Preis die minimalen Grenzvermeidungskosten pro t CO₂ der am CDM teilnehmenden Unternehmen besser reflektieren. Der technische Fortschritt könnte jedoch in Zukunft für eine kontinuierliche Senkung der CO₂-Emissionen der Unternehmen sorgen, wodurch der Handel mit Emissionszertifikaten an Bedeutung verlieren würde, weil durch die Eigenvermeidung eine kostengünstigere Möglichkeit der CO₂-Vermeidung geschaffen wird.

7. Zusammenfassung

Eine konsequente Klimaschutzpolitik erfordert eine weltweite Zusammenarbeit für die verbindliche Vermeidung von CO₂-Emissionen. Um die festgelegten Vermeidungsziele der Industriestaaten zu erreichen, wird der Clean Development Mechanism (CDM) als Instrument zum internationalen Klimaschutz eingesetzt. In der vorliegenden Diplomarbeit wird auf der Grundlage von vier Fallstudien über ausgewählte CDM-Projekte in China, Indien und Vietnam der Frage nachgegangen, ob bzw. in welchem Grad durch diese Projekte CO₂-Emissionen kosteneffizient vermieden werden. Des Weiteren wird der Beitrag der vier Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des jeweiligen Ziellandes untersucht.

Für die vier Projekte werden die Kosten-, Erlös- und Emissionsdaten sowie qualitative nutzwertrelevante Angaben in der Projektdatenbank des CDM ausgewertet. Als Erstes wird überprüft, ob die Projekte deshalb erst rentabel werden, weil sie als CDM-Projekte zusätzliche Erlöse aus der Verwertung der, vom CDM Executive Board des jeweiligen Landes ausgestellten Zertifikate für die erzielte Vermeidung von CO₂-Emissionen erwirtschaften. Trifft dies zu, dann gilt dies als Nachweis der „Zusätzlichkeit“ des Projekts, d. h. dass ohne die Erlöse aus der Verwertung von CERs das Projekt nicht realisiert worden wäre. Die vier untersuchten Wasser- und Solarenergieprojekte vermeiden (gegebenenfalls) CO₂-Emissionen, indem ihre Realisierung den Bau und Betrieb von Anlagen mit fossiler Technologie ersetzen.

Für die Ermittlung des Grades der Kosteneffizienz der Projekte werden die Kosten der Vermeidung pro Tonne CO₂ (spezifische Vermeidungskosten) berechnet und mit dem bei der Projektplanung zugrunde gelegten (erwarteten) Preis der Emissionszertifikate verglichen. Nur wenn die geplanten spezifischen Vermeidungskosten kleiner sind als der zugrunde gelegte erwartete CER-Preis, gilt die Emissionsvermeidung ex ante als kosteneffizient. Die Kosten der Vermeidung der CO₂-Emissionen ergeben sich als Differenz zwischen dem Barwert der Kosten des Projekts im Maßnahmenfall und jenem des hypothetisch angenommenen Projekts im Planungsnull, das nicht verwirklicht wird, weil das Projekt im Maßnahmenfall an dessen Stelle realisiert wird. Zuletzt wird für jedes der Projekte durch eine Nutzwertanalyse ermittelt, ob bzw. inwieweit diese einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des jeweiligen Ziellandes leisten.

Die Fallstudien zeigen, dass bei drei der vier Projekte (Speicherkraftwerk in China, Flusskraftwerk in Vietnam und Photovoltaikanlage in Indien) die spezifischen Kosten der CO₂-Vermeidung *über* dem von den Projektplanern für die Jahre der CER-Gutschreibung erwarteten CER-Preis liegen. Daraus ist zu schließen, dass gemäß der Planung dieser Projekte

CO₂-Emissionen nicht kosteneffizient vermieden werden. Einzig im Solarkraftprojekt in China kostet die Emissionsvermeidung je Tonne CO₂ weniger als der zugrunde gelegte CER-Preis beträgt. Von allen vier untersuchten Projekten leistet die Photovoltaik-Anlage in Indien mit 4,6 Punkten dem höchsten Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes. Hingegen wird der geringste Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes durch das Flusskraftwerk in Vietnam mit 2,7 Punkten erzielt.

Hinsichtlich der Verlässlichkeit von empirischen Befunden über die Kosteneffizienz der Emissionsvermeidung durch CDM-Projekte mit Hilfe von den Projektplanungen jeweils zugrunde gelegten CER-Preisen sind allerdings massive Zweifel angebracht. Denn der CER-Preis kann die ihm zugeschriebene Rolle, die minimalen Grenzkosten der Emissionsvermeidung auszudrücken, nicht erfüllen. Denn die dafür erforderliche annähernd vollständige Konkurrenz auf dem Markt für Emissionszertifikate an der European Energy Exchange AG (EEX AG) in Leipzig ist nicht gegeben. Dafür gibt es zwei Gründe: Erstens haben massive Staatsinterventionen nahezu aller EU-Staaten das Marktgleichgewicht massiv gestört, indem diese Staaten riesige Mengen an Emissionen „zertifiziert“ (also bestätigt) und die dadurch entstehenden *Papierwerte* unentgeltlich an die vermeidungspflichtigen Großunternehmen ausgegeben haben, ohne davor, gleichzeitig oder nachträglich bevorstehende CO₂-Emissionen vermieden zu haben. Die staatlichen Behörden wollten dadurch die zuvor vermeidungspflichtig gemachten Unternehmungen wieder entlasten, um die Erfüllung von deren Geschäftszielen nicht zu beeinträchtigen. Diese künstliche Aufblähung des Angebots „zertifizierter“, also „bestätigter“ CO₂-Emissionen führte zu massivem Preisverfall auf diesem Markt. Zweitens haben die CDM Executive Boards in den assoziierten Schwellen- und Entwicklungsländern beantragte Projekte genehmigt, deren Antragsdokumente kaum verschleiern, dass die geplanten Emissionsvermeidungen zu spezifischen Kosten vorgesehen waren, die weit über den von den Projektwerbern zugrundegelegten (erwarteten) CER-Preisen lagen (bei drei der vier Fallstudien-Projekten war dies der Fall). Weitere Einflussfaktoren verstärkten diesen Preisverfall: Verringerung des Wirtschaftswachstums als Folge der Finanz-, Staatsschulden- und Eurokrise, Produktionsverlagerungen in der energieintensiven Industrie weg von Europa, emissionsverringender technischer Fortschritt und vor allem: anhaltender Verzicht der Staaten, die jährliche Menge zulässiger CO₂-Emissionen sukzessive zu verringern, um die Geschäftsaussichten der Unternehmungen nicht weiter einzutrüben. Dem Preisverfall entgegen wirken erhöhte Käufe von CERs, z. B. durch Umweltstiftungen, die CERs und damit Emittierungsrechte vom Markt wegkaufen.

Der tatsächliche CER-Preis ist in den vergangenen Jahren stark gesunken, von ursprünglich ca. 25,- Euro (ca. 2005 und, nach einem Einbruch 2007/2008, wieder 2008), auf zunächst 10 bis 15 Euro (von ca.2009 bis 2011 etwa gleichbleibend), und dann von 2011 an sinkend bis auf knapp unter 5 € (Jänner 2012) und von dort bis unter 1 € (etwa seit Anfang 2013).

Dies hatte vor allen zwei starke negative Folgen für CDM-Projekte: Bereits früher (vor 2011) registrierte Projekte erzielten seit etwa 2011 immer weniger Erlöse aus CERs. Dadurch sank die interne Kapitalverzinsung vieler Projekte. Die Neugründung von CDM-Projekten pro Jahr verringerte sich ab November 2012 bis November 2015 immer weiter. Die Anzahl von registrierten CDM-Projekten (Bestandsgröße) erhöhte sich seit November 2012 bis November 2015 um weniger als ca. 700 Projekte, auf etwas weniger als 8000 insgesamt. Danach stieg die Anzahl der Projekte kaum mehr.

Bei keinem der vier Fallstudien-Projekte wurde der ursprünglich erwartete CER-Preis nach 2011 tatsächlich erreicht. Dadurch gerieten diese Projekte immer weiter an oder unter die Rentabilitätsschwelle. All das schwächt die Anreize zur Gründung neuer CDM-Projekte weiter.

Im Rahmen des CDM wird nicht nur das Ziel der kosteneffizienten Emissionsvermeidung (wenigstens theoretisch) verfolgt, sondern es soll auch ein Beitrag zur Nachhaltigkeit des Ressourceneinsatzes im Zielland geleistet werden. Diese Dualität erschwert es, das Ziel der kosteneffizienten Emissionsvermeidung zu verfolgen.

Allerdings wurden für die dritte Handelsperiode des Emissionshandels in der EU Maßnahmen für eine Umkehr dieser Entwicklungen gesetzt. Die wichtigsten sind folgende: Erstens werden Emissionszertifikate von den Behörden nicht mehr nur unentgeltlich an die Unternehmen ausgegeben, sondern der Anteil der zu versteigernden Zertifikate soll schrittweise immer mehr angehoben werden. Zweitens sollen aus früheren Perioden stammende Emissionszertifikate künftig nur mehr eingeschränkt oder gar nicht mehr für die kompensatorische Anrechnung von Maßnahmen der Emissionsvermeidung in der laufenden Periode verwendet werden. Drittens können seit 2013 aus neuen CDM-Projekten erworbene Emissionszertifikate nur dann für Anrechnungen eingesetzt werden, wenn diese Projekte in den am wenigsten entwickelten Ländern der Welt durchgeführt werden. Viertens wurden durch Setzen einer EU-weiten Emissionsobergrenze von 2,08 Milliarden t CO₂ ab 2013 die nationalen Emissionsobergrenzen ersetzt. Die neue, EU-weite Grenze wird jährlich bis 2020 um 1,7 % gesenkt.

8. Verzeichnisse

8.1 Quellenverzeichnis

Alexeew Johannes, Bergset Linda, Meyer Kristin, Petersen Juliane, Schneider Lambert, Unger Charlotte (2010): An analysis of the relationship between the additionality of CDM projects and their contribution to sustainable development, Int Environ Agreements (2010) 10, Springer Science + Business Media, 233–248.

Anderl Michael, Gössl Michael, Kuschel Verena, Haider Simone, Heller Christian, Lampert Christoph, Moosmann Lorenz, Pazdernik Katja, Perl Daniela, Poupa Stephan, Purzner Maria, Schieder Wolfgang, Schneider Jürgen, Schodl Barbara, Seuss Katrin, Stix Sigrid, Stranner Gudrun, Storch Alexander, Weiss Peter, Wiesenberger Herbert, Winter Ralf, Zechmeister Andreas, Zethner Gerhard, Delgado José, Diernhofer Wolfgang (2015): Klimaschutzbericht 2015, URL: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0555.pdf> , abgerufen am 03.06.2016, Umweltbundesamt GmbH, Wien.

Andree Ulrich F. H. (2011): Wirtschaftlichkeitsanalyse öffentlicher Investitionsprojekte. Haufe-Lexware GmbH & Co. KG, Freiburg.

Angelmaier M. (2006): Kamptal: Hochwasserschutz als Gesamtkonzept, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Volume 58, Issue 11-12 , Springer, 153-157.

Arens Christof, Wang-Helmreich Hanna, Hodes Glenn S., Burian Martin (2011): Assessing Support Activities by International Donors for CDM Development in Sub-Saharan Africa with Focus on Selected Least Developed Countries, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy and GFA Envest GmbH, Wuppertal und Hamburg.

BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2012): Regelungen für die Nutzung von Projektgutschriften für die 2. und 3. Handelsperiode, URL: <https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/klimaschutz/eu-emissionshandel/info-anlagen/projektgutschriften.html>, abgerufen am 02.06.2016.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Evaluierung der Umweltförderung des Bundes 2011 – 2013, Wien.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015 a): Energiestatus Österreich 2015, URL: <http://www.bmfwf.gv.at/EnergieUndBergbau/Energiebericht/Documents/Energiestatus%20%C3%96sterreich%202015.pdf>, abgerufen am 05.06.2016.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015 b): Versteigerungen im Emissionshandel, URL: <https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/klimaschutz/eu-emissionshandel/allokationsplan/Versteigerungen.html>, abgerufen am 13.02.2016.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015 b): URL: https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/cop_21/aktuelles/abkommenCOP21.html, abgerufen am 18.05.2016.

BMUB - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): <http://www.carbon-mechanisms.de/initiativen/forschung-und-dialog/industriegasprojekte-in-cdm-und-ji-wie-geht-es-weiter-in-zeiten-der-krise/>, abgerufen am 17.12.2015.

CDM Rulebook (2016): Crediting Period for a CDM-Project Activity, URL: <http://www.cdmrulebook.org/310.html>, abgerufen am 13.05.2016.

CMP - Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its first session, held at Montreal from 28 November to 10 December 2005, URL: <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a01.pdf>, abgerufen am 13.02.2016.

Deutsche Emissionshandelsstelle – DEHSt (2008): Clean Development Mechanism (CDM) – Wirksamer internationaler Klimaschutz oder globale Mogelpackung? Umweltbundesamt, Berlin.

Deutsche Emissionshandelsstelle – DEHSt (2013): Klimaschutzziele: Die Reform des europäischen Emissionshandels im Kontext der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele der Europäischen Union. Umweltbundesamt, Berlin.

Deutsche Emissionshandelsstelle – DEHSt (2014): URL: https://www.dehst.de/DE/Teilnehmer/Luftfahrzeugbetreiber/luftfahrzeugbetreiber_node.html, abgerufen am 16.04.2016.

Deutsche Emissionshandelsstelle – DEHSt (2015): Emissionshandel in Zahlen, URL: https://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Broschuere_EH-in-Zahlen.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 05.03.2016.

Drnek Thomas L. (2015): Ist der europäische Emissionshandel in der derzeitigen Form das geeignete Mittel, um die Ziele des Klimaschutzes zu erreichen? Berg- und Hüttenmännische Monatshefte – BHM, Vol. 160 (4), Springer-Verlag Wien, 183–191.

EEA – European Environment Agency (2014): Price trends for European Union allowances (EUAs) and Certified Emission Reductions (CERs), URL: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/price-trends-for-european-union>, abgerufen am 16.12.2015.

EEA - European Environment Agency (2015): Trends and Projections in Europe 2015,: Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Ellis Jane, Kamel Sami (2007): Overcoming barriers to clean development mechanism projects, OECD.

European Energy Exchange AG: Marktdaten Certified Emission Reductions: URL: <https://www.eex.com/de/marktdaten/umweltprodukte/terminmarkt/certified-emission-reductions-futures#!/2015/12/21>, abgerufen am 16.12.2015.

European Commission (2014): Impact Assessment, URL: http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia_carried_out/docs/ia_2014/swd_2014_0015_en.pdf, abgerufen am 05.03.2016.

Europäische Kommission (2010) Analyse der Optionen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen um mehr als 20 % und Bewertung des Risikos der Verlagerung von CO₂-Emissionen. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. 26. Mai 2010. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0265:FIN:DE:PDF>, abgerufen am 30. April 2013.

Europäische Union (2014): "Backloading" beschlossen: EU stärkt Handel mit CO₂-Emissionen, URL: http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr_releases/11960_de.htm, abgerufen am 13.02.2016.

Feess, Eberhard (2016): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Ökologische Wirksamkeit, Springer Gabler Verlag, URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/oekologische-wirksamkeit.html>, abgerufen am 14.04.2016.

Fenhann Jorgen (2016): CDM Pipeline Overview, UNEP DTU Partnership, URL: <http://www.cdmpipeline.org/>, abgerufen am 14.02.2016.

Fleischhauer Mark, Bornefeld Benjamin (2006): Klimawandel und Raumplanung, Raumforschung und Raumordnung, Volume 64, Issue 3, Springer, 161-171.

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (2005): URL: <http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/n/de/publikationen/flexmex/cdm.pdf>, abgerufen am 15. November 2015.

Gawel Erik, Strunz Sebastian, Lehmann Paul (2013): Polit-ökonomische Grenzen des Emissionshandels und ihre Implikationen für die klima- und energiepolitische Instrumentenwahl, UFZ Discussion Papers, No. 2/2013.

Greiner Sandra, Michaelowa Axel (2003): Defining Investment Additionality for CDM projects—practical approaches. Energy Policy 31, Elsevier Science Ltd. S. 1007–1015.

Hansjürgens Bernd (2012): Instrumentenmix der Klima- und Energiepolitik: Welche Herausforderungen stellen sich? ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft, 5–11.

Harmeling Sven, Bals Christoph, Burck Jan (2015): CO₂: Abtrennung, Speicherung, Nutzung: Ganzheitliche Bewertung im Bereich von Energiewirtschaft und Industrie, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Hendricks Barbara (2016): Klimaschutz nach Paris – Herausforderungen für nationale und internationale Klimapolitik, ifo Schnelldienst 69 (03), ifo-Institut München, S. 8–11.

Hohmuth Timo, Wolf Matthias (2009): Zusätzliche Emissionsminderungen als Voraussetzung für die Anerkennung als Joint-Implementation (JI) und Clean-Development Mechanism (CDM) Klimaschutzprojekt nach dem Projekt-Mechanismen-Gesetz (ProMechG), Natur und Recht, Volume 31, Issue 7, Springer-Verlag.

Holm Olsen, Karen (2006): The clean development mechanism's contribution to sustainable development: a review of the literature, Climatic Change 84, Springer Science + Business Media B.B., 59-73.

Kettner, Claudia (2012): Der EU-Emissionshandel – Allokationsmuster und Handelsflüsse, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung – WIFO, Monatsberichte 9, 737-750.

Klein, Martin (2014): Die Koalitionsvereinbarungen zur Energiewende, Wirtschaftsdienst, Volume 94, Issue 1, Springer Berlin Heidelberg, 19-25.

Kolshus Hans H., Vevatne Jonas, TorvangerAsbjørn, Aunan Kristin (2001): Can the Clean Development Mechanism attain both cost-effectiveness and sustainable development objectives? Center for International Climate and Environmental Research, Working Paper, Blindern.

Kopp Oliver, Bräuer Wolfgang (1998): Entwicklungschancen und Umweltschutz durch Joint Implementation mit Indien, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.

KPC a – Kommunalkredit Public Consulting GmbH (2015): URL: http://www.publicconsulting.at/kpc/de/home/carbonmanagement/jicdmprogramm/portfolio/joint_implementation/, abgerufen am 20. November 2015.

KPC b – Kommunalkredit Public Consulting GmbH (2015): URL: http://www.publicconsulting.at/kpc/de/home/carbonmanagement/jicdmprogramm/portfolio/clean_development_mechanism/ abgerufen am 15. November 2015.

Kurrat Michael, Wiedenhoff Peter (2009 a): Kosten- und Risikobewertung von CDM-Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien, Teil 1, Magazin für die Energiewirtschaft, EW Medien und Kongresse GmbH, Frankfurt am Main, Heft 25, S. 38-43.

Kurrat Michael, Wiedenhoff Peter (2009 b): Kosten- und Risikobewertung von CDM-Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien, Teil 2, Magazin für die Energiewirtschaft, EW Medien und Kongresse GmbH, Frankfurt am Main, Heft 26, S. 24-29.

Kurz Lüder (2010): Bilanzierung von Klimaschutzprojekten nach IFRS, Clean Development Mechanism und Joint Implementation unter dem Protokoll von Kyoto, Josef EUL Verlag GmbH, Lohmar – Köln.

Lucht Michael, SpangardtGorden (2005): Emissionshandel: Ökonomische Prinzipien, rechtliche Regelungen und technische Lösungen für den Klimaschutz, Springer Berlin Heidelberg.

Nader Nima, Reichert Götz (2015): Erweitert den Emissionshandel! Effektive und effiziente Reduktion von Treibhausgasen im Straßenverkehr, URL: http://www.cep.eu/Studien/cepInput_ETS-Erweiterung/cepInput_ETS-Erweiterung.pdf, abgerufen am 06.03.2016.

Moidl, Stefan, Wahlmüller Johannes (2012): Österreichs Unternehmen im Emissionshandel (Emission Trading Scheme – ETS) URL: <https://www.global2000.at/sites/global/files/Emissionshandel%20in%20%C3%96sterreich.pdf>, abgerufen am 05.05.2016.

OECD (2012): OECD-Umweltprüfberichte: Deutschland 2012, OECD Publishing, URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264175501-de>, abgerufen am 02.02.2016.

Olsen Karen Holm, Fenhann Jørgen (2008): Sustainable development benefits of clean development mechanism projects, Energy Policy 36, UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, Roskilde, S. 2819– 2830.

Österreichische Raumordnungskonferenz (2011): Österreichisches Raumentwicklungskonzept 2011, http://www.oerok.gv.at/fileadmin/Bilder/2.Reiter-Raum_u._Region/1.OEREK/OEREK_2011/Dokumente_OEREK_2011/OEREK_2011_DE_Downloadversion.pdf, abgerufen am 27.01.2016.

Pan, Haoran (2005): The cost efficiency of Kyoto flexible mechanisms: a top-down study with the GEM-E3 world model, Environmental Modelling& Software 20 (2005) 1401–1411.

Panos, Konstantin (2013): Praxisbuch Energiewirtschaft: Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt, Springer-Verlag.

Project Design Document (2010): CDM-Executive Board Project 0791, MaguanDaliangzi Hydro Power Project, <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>, abgerufen am 13.12.2015.

Project Design Document (2011): CDM-Executive Board Project 5261, Nam La Hydro Electric Power Project, <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>, abgerufen am 10.03.2016.

Project Design Document (2012): CDM-Executive Board Project 7103, Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd., <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>, abgerufen am 12.03.2016.

Project Design Document (2013): CDM-Executive Board Project 2924, Ningxia Federal Solar Cooker Project, <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>, abgerufen am 16.12.2015.

Ritter, Ernst-Hasso (2007): Klimawandel – Eine Herausforderung an die Raumplanung, Raumforschung und Raumordnung, Volume 65, Issue 6, Springer, 531-536.

Schneider Lambert (2012): Zertifikate ohne Wert, Welt-Sichten 12/2012, URL: <https://www.welt-sichten.org/artikel/5831/zertifikate-ohne-wert>, abgerufen am 15.02.2016.

Schneider, Lambert (2016): Industriegasprojekte in CDM und JI: Wie geht es weiter in Zeiten der Krise? Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin, URL: <http://www.carbon-mechanisms.de/initiativen/forschung-und-dialog/industriegasprojekte-in-cdm-und-ji-wie-geht-es-weiter-in-zeiten-der-krise/>, abgerufen am 14.02.2016.

Statista (2016): Weltweiter CO₂-Ausstoß in den Jahren 1751 bis 2013 (in Millionen Tonnen), CDIAC, URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/37187/umfrage/der-weltweite-co2-ausstoss-seit-1751/>, abgerufen am 7. Juni 2016.

Stockmayer Manfred (2001): Neue Instrumente der Umweltpolitik: Joint Implementation, Clean Development Mechanism, Emission Trading und ihre Bedeutung für Unternehmen, e&i Elektrotechnik und Informationstechnik, Volume 118, Issue 4, S. 200-204.

Sutter Christoph (2003): Sustainability Assessment of Energy Related Projects under the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol. Dissertation. Swiss Federal Institut of Technology Zurich.

Sutter Christoph, Parreño Juan Carlos (2007): Does the current Clean Development Mechanism (CDM) deliver its sustainable development claim? An analysis of officially registered CDM projects. Climatic Change 2007, Springer Science + Business Media B.V, S. 75-90.

The World Bank (2016): Poverty & Equity Databank, URL: <http://povertydata.worldbank.org/poverty/country/CHN>, abgerufen am 14.04.2016.

Umweltbundesamt (2013): Kyoto-Protokoll, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/kyoto-protokoll>, abgerufen am 05.06.2016.

Umweltbundesamt (2016): Treibhausgase, URL: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/treibhausgase/>, abgerufen am 02.06.2016.

UNFCCC: Guidelines for completing The Project Design Document (CDM-PDD), The Proposed New Methodology: Baseline (CDM-NMB) and The Proposed New Methodology: Monitoring (CDM-NMM), CDM – Executive Board, Version 04.

UNFCCC. (2002). Report of the conference of the parties on its seventh session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001; URL: <http://cdm.unfccc.int/EB/rules/modproced.html>, abgerufen am 14.02.2016.

UNFCCC (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework.

UNFCCC (2015): Monitoring Reports 2006-2012; URL: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1165304196.32/view?cp=1>, abgerufen am 15.12.2015.

UNFCCC (2015 a): Project activities; URL: <https://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/index.html>, abgerufen am 17.12.2015.

UNFCCC (2015 b): Monitoring Reports 2006-2012; URL: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1165304196.32/view?cp=1>, abgerufen am 15.12.2015.

UNFCCC (2015 c): Monitoring Reports 2010-2015; URL: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-RHEIN1250391250.34/view>, abgerufen am 16.12.2015.

UNFCCC (2016): Project activities; URL: <https://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/index.html>, abgerufen am 19.05.2016.

Weimann Joachim (2009): Klimapolitik im Zeitalter des Emissionshandels, WiSt - Wirtschaftswissenschaftliches Studium, Jahrgang 38, Heft 2, Magdeburg, 86 – 90.

Weimann Joachim (2016): Internationale Lösung durch nationale Politik?, ifo Schnelldienst 69 (03), ifo-Institut München, S. 3–5.

Winkelman Andrew G., Moore Michael (2011): Explaining the differential distribution of Clean Development Mechanism projects across host countries, Energy Policy 39: 1132 – 1143.

Woerdman E., Couwenberg E O., Nentjes E A. (2009): Energy prices and emissions trading: windfall profits from grandfathering? Eur J Law Econ 28, Springer, 185–202.

Wolfsteiner, Andreas (2016): Preis für CO₂, Neubiberg, URL: <http://www.klima-retten.info/preise.html>, abgerufen am 14.01.2016.

Winkelman Andrew G., Moore Michael (2011): Explaining the differential distribution of Clean Development Mechanism projects across host countries, Energy Policy 39: 1132 – 1143.

Zwingmann Katja (2007): Ökonomische Analyseder EU-Emissionshandelsrichtlinie: Bedeutung und Funktionsweisender Primärallokation von Zertifikaten, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Weltweite Entwicklung der ausgegebenen CO ₂ -Emissionen 1751–2013	18
Abbildung 2: Entwicklung der ausgegebenen CO ₂ -Emissionen in der EU 1990–2014 und Prognosen der zukünftigen CO ₂ -Emissionen in der EU in Hinblick auf die EU-Klimaschutzziele bis 2050	19
Abbildung 3: Verlauf ausgegebenen CO ₂ -Emissionen in Österreich (1990–2013) im Vergleich mit dem CO ₂ -Emissionsziel nach dem Österreichischen Klimaschutzgesetz bis 2020	22
Abbildung 4: Entwicklung der Anzahl der beantragten und der registrierten Projekte im Rahmen des CDM 2004–2015	29
Abbildung 5: Mengen der vom CDM Executive Board an die Projektträger ausgegebenen Certified Emission Reductions 2005–2015	30
Abbildung 6: Typischer Verlauf der Grenzkosten zur Vermeidung von CO ₂ -Emissionen	31
Abbildung 7: Entwicklungen der Preise für zertifizierte CO ₂ -Vermeidungen auf dem europäischen Emissionshandelsmarkt von 2005 bis 2013	33
Abbildung 8: Geografische Lage des Maguan Daliangzi Hydro Power Project	41
Abbildung 9: Geplante Kosten und Erlöse des Maguan Daliangzi Hydro Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026	43
Abbildung 10: Tatsächliche Entwicklung der vermiedenen Emissionen des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013	47
Abbildung 11: Tatsächliche Entwicklung des CER-Preises auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX AG) in Leipzig während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013	48
Abbildung 12: Beitrag des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes	50
Abbildung 13: Geografische Lage des Ningxia Federal Solar Cooker Project	51
Abbildung 14: Geplante Kosten und Erlöse des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019	53
Abbildung 15: Tatsächliche Entwicklung der vermiedenen Emissionen des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Rahmen des CDM während der CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019	57

Abbildung 16: Tatsächliche Entwicklung des CER-Preises auf der Europäischen Energiehandelsbörse (EEX) in Leipzig während der CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019	58
Abbildung 17: Beitrag des Ningxia Federal Solar Cooker Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes	60
Abbildung 18: Geografische Lage des Nam La Hydro Electric Power Project.....	61
Abbildung 19: Geplante Kosten und Erlöse des Nam La Hydro Electric Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045.....	63
Abbildung 20: Beitrag des Nam La Hydro Electric Power Project(Maßnahmenfall)im Rahmen des CDM während der wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes	68
Abbildung 21: Geografische Lage des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt.Ltd	69
Abbildung 22: Geplante Kosten und Erlöse des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt.Ltd im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 20012–2037	71
Abbildung 23: Beitrag des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt.Ltd (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der wirtschaftlichen Betriebsdauer 2012–2037 zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes.....	76
Abbildung 24: Vergleich der Ergebnisse der Nutzwertanalyse des Beitrags der vier untersuchten Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des Ziellandes	82

8.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Projektvorgänge, Arbeitsschritte und die relevante Akteure während der Umsetzung von Projekten im Rahmen des CDM	27
Tabelle 2: Interner Zinssatz des Maguan Daliangzi Hydro Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2004–2026 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2006–2026.....	44

Tabelle 3: Geplante Mehremissionen des Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Maguan Daliangzi Hydro Power Project Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während derersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013	45
Tabelle 4: GeplanteCO ₂ -Vermeidungskostendes Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013.....	46
Tabelle 5: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO ₂ mit dem geplanten CER-Preis des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2006–2026.....	46
Tabelle 6: Vergleich desgeplanten und tatsächlichen durchschnittlichen CER-Preises und der resultierenden internen Zinssätze des Maguan Daliangzi Hydro Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der CER-Gutschreibungsperiode 2006–2013	49
Tabelle 7: Interner Zinssatz des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2019 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019.....	54
Tabelle 8: Geplante Mehremissionen der Kohleöfen im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Ningxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während dergesamten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019.....	55
Tabelle 9: Geplante CO ₂ -Vermeidungskosten des Ningxia Federal Solar Cooker Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019.....	56
Tabelle 10: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO ₂ mit dem geplanten CER-Preis desNingxia Federal Solar Cooker Project im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019.....	56
Tabelle 11:Vergleich des geplanten und tatsächlichen durchschnittlichen CER-Preises und der resultierenden internen Zinssätze desNingxia Federal Solar Cooker Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der CER-Gutschreibungsperiode 2009–2019.....	59
Tabelle 12: Interner Zinssatz des Nam La Hydro Electric Power Project im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2008–2045 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2011–2045	64

Tabelle 13: Geplante Mehremissionen des Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Nam La Hydro Electric Power Project im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2011–2017	65
Tabelle 14: Geplante CO ₂ -Vermeidungskosten des Nam La Hydro Electric Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der ersten CER-Gutschreibungsperiode 2011–2017	66
Tabelle 15: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO ₂ mit dem geplanten CER-Preis des Nam La Hydro Electric Power Project (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2011–2045.....	66
Tabelle 16: Interner Zinssatz des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd im Maßnahmenfall außerhalb des CDM und im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM, verteilt über die wirtschaftliche Betriebsdauer 2012–2037 und die gesamte CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022	72
Tabelle 17: Geplante Mehremissionen des Steinkohlekraftwerks im Planungsnullfall gegenüber den Emissionen des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022.....	73
Tabelle 18: Geplante CO ₂ -Vermeidungskosten des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022.....	74
Tabelle 19: Vergleich der Vermeidungskosten pro t CO ₂ mit dem geplanten CER-Preis des Projekts Greenhouse Gas Emission Reductions Through Photovoltaic Technology - Dahanu Solar Power Pvt. Ltd (Maßnahmenfall) im Rahmen des CDM während der gesamten CER-Gutschreibungsperiode 2012–2022.....	75
Tabelle 20: Interner Zinssatz der untersuchten neuen Projekte außerhalb und im Rahmen des CDM und staatlich geforderte Untergrenze des internen Zinssatzes	79
Tabelle 21: Vergleich der geplanten spezifischen Vermeidungskosten mit den prognostizierten CER-Preisen der vier untersuchten Projekte im Maßnahmenfall im Rahmen des CDM	81

8.4 Abkürzungsverzeichnis

AAU	Assigned Amount Unit
CDM	Clean Development Mechanismus

CER	Certified Emission Reduction
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DOE	Designated Operational Entity
DNA	Designated National Authority
EB	Executive Board
EUA	European Union Allowance
ERU	Emission Reduction Unit
ET	Emission Trading
EU	Europäische Union
GVK	Grenzvermeidungskosten
GWH	Gigawattstunde
HFKW/ FCKW	Fluorkohlenwasserstoffe
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRR	Internal Rate of Return/ Kapitalverzinsung
JT	Joint Implementation
km ²	Quadratkilometer
KP	Kyoto Protokoll
kt	Kilotonne
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
N ₂ O	Distickstoffoxid
NPV	Net Present Value/ Kapitalwert
ÖREK	Österreichische Raumentwicklungskonzept
PDD	Project Design Document
SF ₆	Schwefelhexafluorid
t-CO ₂	Tonnen CO ₂
t-CO ₂ e	Tonnen CO ₂ -Äquivalente
UN	United Nations
UNEP	United Nations Environmental Program
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
°C	Grad Celsius

