



# Kursanalysen und Kursprognoseinstrument für EUAs (European Union Allowances)

am Institut für Finanzdienstleistungen  
der Hochschule Liechtenstein, Vaduz

März 2009



**Autoren**

**Wolfgang Kieber, Julius Opfermann, Slavisa Radovanovic**

## ***Inhaltsverzeichnis***

Inhaltsverzeichnis.....	II
Abstract .....	III
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis .....	V
1. Einleitung .....	1
2. EU-Emissionshandel.....	2
2.1. Das Kyoto-Protokoll .....	2
2.2. Funktionsweise des EU-Emissionshandels .....	3
3. Einflussfaktoren der Zertifikate-Preisbildung.....	5
3.1. Regulatorische und politische Risiken .....	6
3.2. Brennstoffpreise.....	6
3.3. Wetter .....	8
3.4. Wirtschaftswachstum .....	10
3.5. Technologische Entwicklung .....	10
3.6. Technische Risiken .....	11
4. Prognoseinstrument .....	14
4.1. Periodenabgrenzung .....	14
4.2. Datenauswahl .....	15
4.3. Datenaufarbeitung .....	19
4.4. Rechenmethodik .....	19
4.5. Eingabemaske des Prognosetools .....	23
4.6. Backtesting.....	25
Fazit 27	
Quellenverzeichnis .....	28
Quellenverzeichnis .....	28
Internet Quellen .....	29

### ***Abstract***

Die Ergebnisse des EUA-Prognosetools sind mit Vorsicht zu betrachten, da der EUA-Preis ein künstlich geschaffener „Markt“ ist und von Schwankungen betroffen ist, die zum Teil nicht erklärbar sind. Aufgrund der starken Schwankungen sind einzelne Kursabschnitte gesondert zu untersuchen. Für die Entwicklung des Prognosetools werden diese Abschnitte isoliert.

Die vier Einflussfaktoren

- Euro Stoxx 50
- DJ Industrial Coal Index
- Brent Oil
- Reuters Jeffers CRB Index

wurden als Grundlage für die Prognose der EUA-Preisentwicklung genommen.

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1:	Chartvergleich HWWA Crude Oil Index und EEX Carbon Index .....	7
Abb. 2:	Durchschnittliche Temperaturabweichung (°C) vom langjährigen Mittel in Europa .....	8
Abb. 3:	Durchschnittliche Abweichung der Niederschlagsmenge (mm) .vom langjährigen Mittel in Europa .....	9
Abb. 4:	Bedeutsamkeit preistreibender Faktoren für das CO <sub>2</sub> -Preisrisiko im EU EHS .....	12
Abb. 5:	Determinanten für EU-Emissionsrechte .....	13
Abb. 6:	Kursverlauf CARBIX Price EUR/EUA .....	15
Abb. 7:	Kursentwicklungen aller Faktoren .....	18
Abb. 8:	Auszug aus den Kursanalyseergebnissen .....	20
Abb. 9:	Multifaktormodell.....	21
Abb. 10:	Ergebnisse der Beta Berechnung über den gesamten ..... Betrachtungszeitraum 22	
Abb. 11:	Ergebnisse der Beta Berechnung bei periodenisoliertem ... Betrachtungszeitraum 23	
Abb. 12:	Prognosetool EUA-Kurse .....	24

### ***Abkürzungsverzeichnis***

BIP	Bruttoinlandprodukt
CER	Certified Emission Reductions
CDM	Clean Development Mechanism
EHS	Europäisches Emissionshandelssystem
ERU	Emission Reduction Units
EU	Europäische Union
EUA	European Union Allowances
ETS	European Emission Trading System
JI	Joint Implementation
MS	Microsoft
NAP	Nationaler Allokationsplan
WBGU	Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen

## **1. Einleitung**

Die Klimakonvention von Rio de Janeiro im Jahr 1992 sowie das Kyoto-Protokoll im Jahr 1997 haben sich zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen global zu reduzieren. In der Europäischen Union ist in weiterer Folge ein Markt für Treibhausgasemissionen entstanden, an welchem Emissionen in Form von Rechten (European Unit Allowances, EUAs) wertpapierähnlich gehandelt werden. Der Preis dieses neuen Produktes - des Treibhausgasemissionsrechtes - wird nicht wie der Preis anderer Produkte, nur durch Angebot und Nachfrage beeinflusst, sondern unterliegt auch konkreten Einflussfaktoren.

Ziel dieser Arbeit ist die Konstruktion eines Prognosetools für den Kurs der EUAs basierend auf der Kursentwicklung der identifizierten Einflussfaktoren.

In einem ersten Teil werden die Hintergründe des EU-Emissionshandels erklärt. Danach werden die Einflussfaktoren auf die Preisbildung der Emissionsrechte basierend auf verschiedenen Publikationen erläutert. Im Hauptteil wird die Vorgehensweise bei der Datenrecherche und die Konstruktion sowie die Bedienung des MS-Excel basierten Prognosetools erklärt.

## 2. EU-Emissionshandel

Der EU-Emissionshandel (European Emission Trading System – ETS) ist ein Instrument der Europäischen Union um das im Kyoto-Protokoll festgelegte Klimaschutzziel zu erreichen, welches vorsieht, die globale Erderwärmung durch die Reduktion von Treibhausgasemissionen zu verlangsamen. Der offizielle Start des EU-Emissionshandelsystems war der 1. Januar 2005.<sup>1</sup>

### 2.1. Das Kyoto-Protokoll

Nach Verabschiedung der Klimakonvention in Rio de Janeiro 1992 zeigte sich schnell, dass die Bestimmungen des Übereinkommens zu wenig konkret und verpflichtend waren, um einen weltweit wirksamen und international koordinierten Klimaschutz zu gewährleisten. Deshalb wurde 1997 ein Zusatzabkommen - das Protokoll von Kyoto – durch alle 167 Mitgliedsländer der Klimakonvention verabschiedet. Mit der Unterzeichnung dieses Protokolls verpflichteten sich die Industrieländer ihre Treibhausgasemissionen in Zeitraum von 2008 bis 2012 im Schnitt um durchschnittlich 5.2% (gegenüber 1990) zu reduzieren.<sup>2</sup> Für die EU ergibt sich daraus die Verpflichtung, in diesen Jahren im Durchschnitt “nur” 92% der Mengen an Treibhausgasen des Jahres 1990 zu emittieren (also 8% weniger), da dieses Ziel mit einer Neuorientierung der Energieversorgung verbunden ist. Nach dem Prinzip der Lastenteilung haben die EU-Mitgliedsstaaten dieses durchschnittliche Reduktionsziel folgendermassen untereinander aufgeteilt (um einige zu nennen):<sup>3</sup>

- Deutschland: Verringerung der Treibhausgas-Emissionen um 21%
- Österreich: Senkung um 13%
- Grossbritannien: Reduktion um 12.5%

Dies hat wirtschaftliche und politische Widerstände ausgelöst, denen weitere Verhandlungen folgten. Schliesslich konnte in Marrakesch (im Jahre 2001) ein Vorgehen für die Umsetzung der Ziele des Kyoto-Protokolls vereinbart werden. Vier Jahre später, am 16.

---

<sup>1</sup> vgl. Ebsen (2004), S. 2

<sup>2</sup> vgl. BAFU Internationale Klimapolitik: Kyoto-Protokoll

<sup>3</sup> vgl. Ebsen (2004), S. 2 ff.

Februar 2005, ist das Kyoto-Protokoll in Kraft getreten. Es war von mehr als 55 Staaten ratifiziert worden, welche 1990 für mindestens 55% der relevanten Treibhausgasemissionen der Industrieländer verantwortlich waren (Stand der Ratifikation im Mai 2008: 181 Staaten).<sup>4</sup>

## 2.2. Funktionsweise des EU-Emissionshandels

Bereits seit 2005 wird der Emissionshandel für den Industriesektor der Europäischen Union praktiziert. Die Idee die dahinter steckt, ist, dass Emissionseinsparungen dort geleistet werden sollen, wo sie am wenigsten kosten. Der Staat verteilt oder versteigert in einem Zuteilungsplan eine festgelegte Menge an Emissionszertifikaten an Unternehmen folgender Sektoren:<sup>5</sup>

- Strom- und Wärmeerzeugung mit fossilen Rohstoffen ab 20 Megawatt
- Anlagen für die Herstellung von Roheisen oder Stahl
- Kokereien (Betrieb zur Herstellung von Koks → durch Erhitzen unter Luftabschluss gewonnener Brennstoff aus Stein- oder Braunkohle)
- Eisenmetallerzeugung und –verarbeitung
- Mineralölraffinerien
- Anlagen zur Herstellung von
  - Zementklinker, Kalk, Glas einschliesslich Glasfasern
  - keramischen Erzeugnissen
  - Zellstoff
  - Papier und Pappe

(Dieser Zuteilungsplan wird auch Nationaler Allokationsplan NAP genannt). Die Unternehmen bekommen weniger Zertifikate zugeteilt, als sie für den laufenden Betrieb ohne Modernisierung benötigen. Weiter wird die Zuteilung der Verschmutzungsrechte begrenzt, damit die Emissionsrechte knapper werden. Unternehmen, die grössere Mengen CO<sub>2</sub> in die Luft freisetzen (bis 2012 ist der Handel auf das Treibhausgas CO<sub>2</sub> begrenzt) - als ihre Zertifikate erlauben – müssen Zertifikate dazukaufen. Firmen, die weniger emittieren, können diese Zertifikate verkaufen. Damit soll der Klimaschutz finanziell attraktiv gemacht werden und die Unternehmen sollen dazu bewegt werden, in effiziente

---

<sup>4</sup> vgl. BAFU Online, Internationale Klimapolitik: Kyoto-Protokoll

<sup>5</sup> vgl. ACCC Online, EU-Emissionshandelsysteme



Produktionsverfahren zu investieren.<sup>6</sup>

Um Schwankungen etwa in Folge von extremen Wetterlagen auszugleichen und längerfristige Investitionssicherheit zu schaffen, erfolgt der Emissionshandel in Phasen<sup>7</sup>:

- **Phase 1 (2005 – 2007)**

Diese Phase ist bereits abgeschlossen. Aufgrund zu vieler vergebener Emissionsrechte in diesem Abschnitt ist der Preis für die Zertifikate auf letztendlich wenige Cent eingebrochen.

- **Phase 2 (2008 – 2012)**

Die zweite Phase fällt mit der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls zusammen. Im Gegensatz zur ersten Handelsperiode können fehlende CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen auch durch Emissionsreduzierungen in Drittländern ausgeglichen werden. Dabei kann die zulässige Höhe der so ausgeglichenen Emissionen jeder Staat selber festlegen. Die Verteilung der Anfangsausstattung an Zertifikaten wird in so genannten nationalen Allokationsplänen geregelt. Hierbei handelt es sich um Vorschläge der Mitgliedstaaten, welche insbesondere aufgrund wettbewerbsrechtlicher Relevanz durch die EU-Kommission abgesegnet werden müssen. Erst dann dürfen die Mitgliedstaaten ihren Plänen entsprechen Zertifikate zuteilen.

- 

Die Preise für Futures bewegen sich aktuell bei ca. 10 Euro (vgl. Jahr 2008 waren die Preise durchschnittlich knapp unter 20 Euro)<sup>8</sup>.

- **Phase 3 (2013 – 2020)**

Für diese Phase wird es keine nationalen Allokationspläne mehr geben. Stattdessen wird die Europäische Kommission eine EU-weite Gesamtbergrenze für CO<sub>2</sub>-Emissionen vorgeben. Diese Grenze soll ab 2013 jährlich um 1.74% gesenkt werden und schliesslich im Jahr 2020 nur noch 79% der Emissionen des Jahres 2005 betragen. Weiters sollen die Emissionszertifikate in Zukunft verstärkt durch Versteigerung vergeben werden und

---

<sup>6</sup> vgl. Levin (2005), S. 68 ff.

<sup>7</sup> vgl. WIWO Online, Komplexer Emissionshandel in der EU

<sup>8</sup> vgl. European Energy Exchange Online

schliesslich ab 2025 zu 100% nur noch durch Versteigerung.

Die Einnahmen aus dem Emissionshandel sollen zu einem Teil an die Mitgliedsländer ausgeschüttet werden und zum anderen einen Klimafond speisen. Reiche EU-Länder müssen 12% der ihnen zustehenden Emissionsrechte an ärmere Staaten abtreten, um deren Kosten durch den Emissionshandel abzufedern.

### 3. Einflussfaktoren der Zertifikate-Preisbildung

In der Vergangenheit gab es bereits einige Studien zum Thema Emissionshandel. Viele Untersuchungen versuchten die Preisbildung im EU-Emissionshandel mit anderen Einflussfaktoren zu erklären. In diesem Kapitel werden nun die Erkenntnisse dieser Studien zusammengetragen und diskutiert. Diese Informationen dienen anschliessend als Grundlage für die Konstruktion des Kursprognoseinstruments.

Zur Bestimmung der Einflussfaktoren auf den CO<sub>2</sub>-Preis unterscheidet *Wirsching (2004)* zwischen langfristigen und kurzfristigen Einflussfaktoren. Zu den langfristigen Faktoren gehören unter anderem die Ausgestaltung der nationalen Allokationspläne, die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten und das Vermeidungspotenzial, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion sowie die Bedingungen unter welchen Emissionsgutschriften aus CDM- und JI-Projekten innerhalb des europäischen Emissionshandels anerkannt werden. Mit dem Prognosetool, welches mit dieser Arbeit entsteht, wird jedoch versucht anhand der kurzfristigen Faktoren die Preisbildung zu erklären.

*Goecking (2008)* wählt einen etwas anderen Ansatz. Er geht davon aus, dass der grösste Einfluss auf den Zertifikatspreis auf Angebot und Nachfrage zurückzuführen ist. Alle weiteren Faktoren werden in direkte und indirekte Faktoren eingeteilt. Zu den direkt preisbeeinflussenden Faktoren zählt *Goecking* die Preise für Kohle und Gas sowie für alternative Energien, die Menge an ausgegebenen Zertifikaten durch die Regierungen und die Menge an zusätzlichen Emissionsrechten in Form von CER und ERU. Zu den wichtigsten indirekten Einflussfaktoren zählen das BIP und das Wetter.

In der Folge werden sechs Faktoren und deren Einfluss auf die Preisbildung von Emissionszertifikaten ausführlicher diskutiert:<sup>9</sup>

- Regulatorische und politische Risiken
- Brennstoffpreise
- Wetter
- Wirtschaftswachstum
- Technologische Entwicklung
- Technische Risiken

### **3.1. Regulatorische und politische Risiken**

Mit diesen Emissionszertifikaten hat die EU einen neuen künstlichen Markt erzeugt, dessen Rahmenbedingungen sich dementsprechend jederzeit ändern können. Dadurch entstehen sowohl regulatorische als auch politische Risiken. Ein regulatorisches Risiko stellt beispielsweise die Frage dar – was passiert mit dem europäischen Emissionshandel nach dem Jahr 2012? Ein politisches Risiko könnte eine Quersubventionierung bestimmter Branchen durch Regierungen sein. Dies hätte eine Verzerrung der EUA-Preise zur Folge.<sup>10</sup>

### **3.2. Brennstoffpreise**

Wie in jedem Markt ist die Substitution ein entscheidender Punkt für die Preisentwicklung eines Produktes. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass die Brennstoffpreise einen grossen Einfluss auf die Preisbildung von Emissionszertifikaten haben.

*Keppler (2006)* untersuchte in seiner Diplomarbeit unter anderem die Korrelation zwischen dem Ölpreis und dem Preis der Emissionszertifikate. Hierzu verwendete er den HWWA Crude Oil Index und den EEX Carbon Index. Allein die Gegenüberstellung der beiden Charts zeigt über weite Strecken eine parallele Entwicklung.

---

<sup>9</sup> vgl. Wagner (2007), S. 30 ff.

<sup>10</sup> vgl. Wagner (2007), S. 31

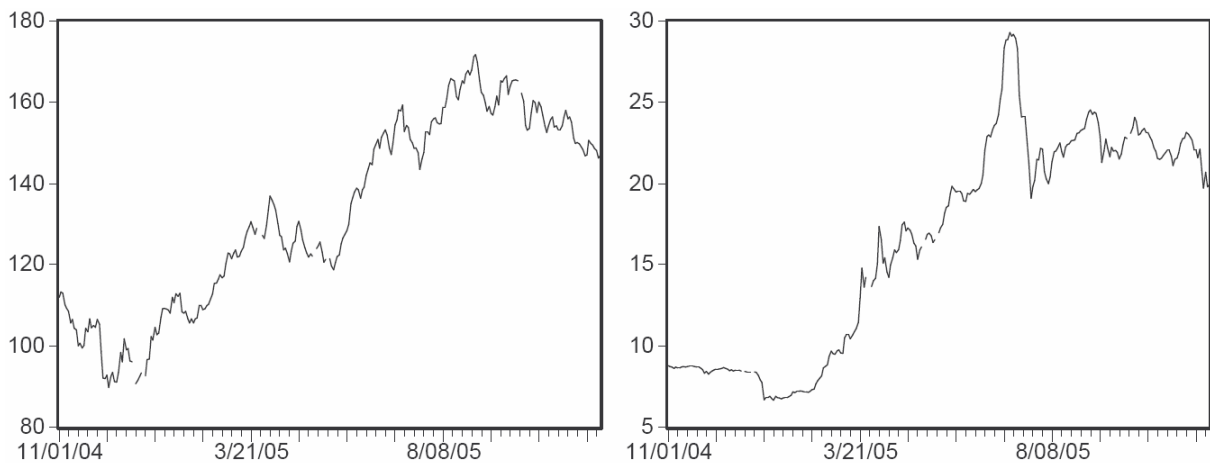


Abb. 1: Chartvergleich HWWA Crude Oil Index und EEX Carbon Index  
(vgl. Keppler (2006), Seite 53)

Seine Berechnungen ergaben für den Betrachtungszeitraum einen Korrelationskoeffizienten von 0.92 – was sehr hoch ist. Die Untersuchung der Korrelation zwischen dem Vortagswert des Ölpreises und des Zertifikatpreises brachte nur eine marginale Verbesserung.<sup>11</sup>

Nach *Wirsching (2004)* ist neben dem Ölpreis auch das Preisverhältnis zwischen Kohle und Gas ein zentraler Faktor hinsichtlich der Preisbildung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate. Laut *Wirsching (2004)* haben Berechnungen des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) in Deutschland ergeben, dass ein Kohlekraftwerk je produzierter Kilowattstunde Strom rund doppelt so viel CO<sub>2</sub> ausstösst wie ein modernes Gaskraftwerk. Somit könnte ein Stromproduzent durch einen Brennstoffwechsel, bei ansonsten unveränderten Bedingungen, seine CO<sub>2</sub>-Emissionen halbieren und die überschüssigen Emissionsrechte veräussern, was den EUA-Preis senkt.

Dieser Brennstoffwechsel ist jedoch nur rentabel wenn sich das Erdgas im Vergleich zu Kohle nicht verteuert. Ist dies der Fall, so könnte sogar vermehrt Erdgas durch Kohle ersetzt werden, was zu steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und somit zu einer Verknappung der EUAs führt, wodurch deren Preis ansteigt. Sinkt der Erdgaspreis gegenüber der Kohle hätte dies das Gegenteil zur Folge.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> vgl. Keppler (2006), S. 52 ff.

<sup>12</sup> vgl. Wirsching (2004), S. 5

### 3.3. Wetter

Ein weiterer indirekter Einflussfaktor auf den Emissionszertifikatpreis ist das Wetter. Besonders kalte Winter oder besonders heisse Sommer verursachen höhere Emissionen bei den Unternehmen. Für diese zusätzlichen Emissionen müssen die Unternehmen wieder Zertifikate kaufen, was zu einer grösseren Nachfrage und somit einem geringeren Angebot führt. Daher hätten derartige Wetterbedingungen eine Preissteigerung bei den Emissionszertifikaten zur Folge.

*Keppler (2006)* vergleicht in seiner Arbeit die durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagsabweichung vom langjährigen Mittel in Europa mit der Entwicklung des Zertifikatpreises im Betrachtungszeitraum von November 2004 bis November 2005. Seine Ergebnisse lassen vermuten, dass die milden Wintermonate Dezember und Januar für einen niedrigen Zertifikatpreis gesorgt haben. Mit dem kalten und trockenen Februar kam es anschliessend zum Anstieg des Preises. Auch der Höchststand des Zertifikatpreises, im Juli 2005, stimmt mit den Wetterbedingungen überein. Damals herrschte vor allem in Südeuropa extreme Trockenheit.<sup>13</sup>

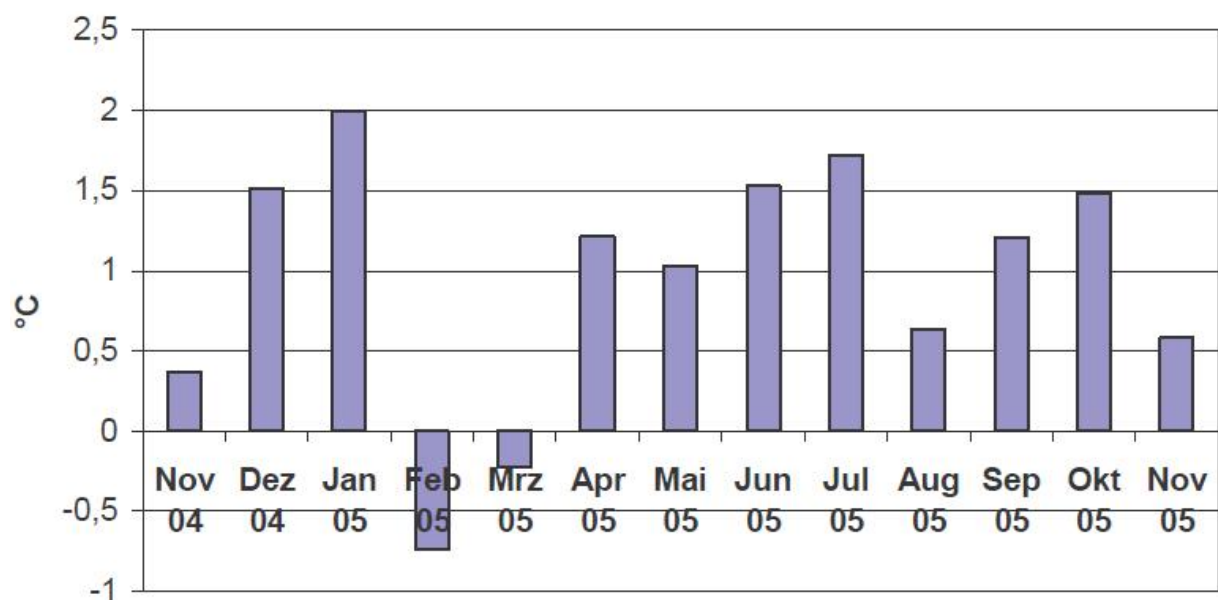


Abb. 2: Durchschnittliche Temperaturabweichung (°C) vom langjährigen Mittel in Europa

<sup>13</sup> vgl. Keppler (2006), S. 55 ff.

(vgl. Keppler (2006), Daten von Deutscher Wetterdienst (2006), S. 56)

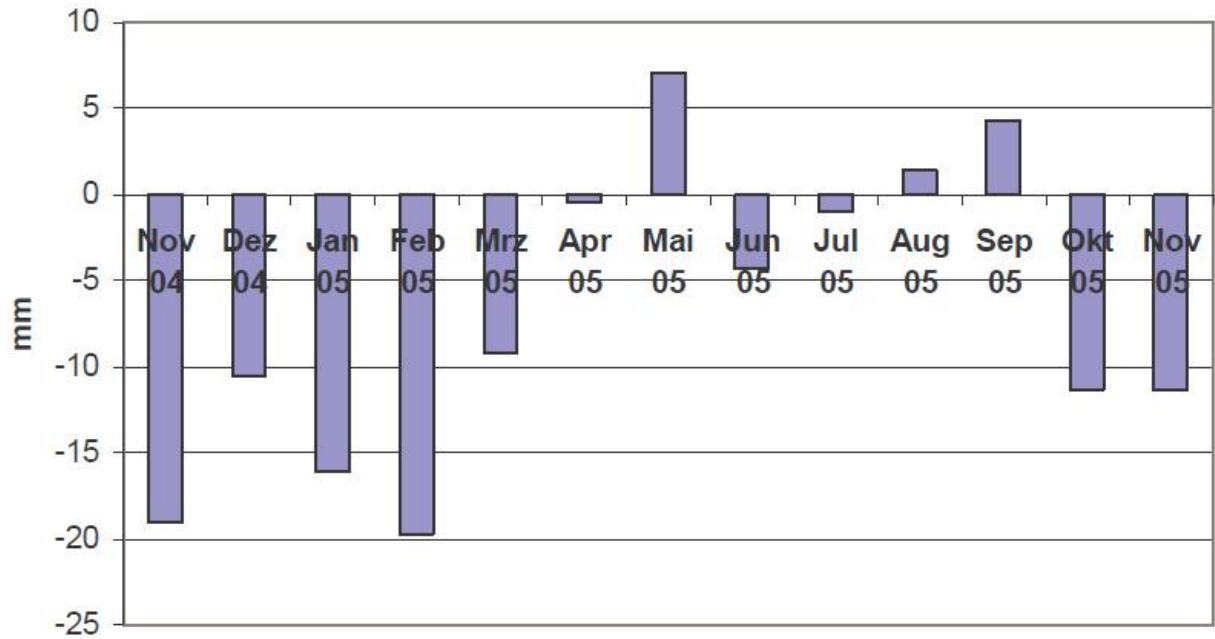


Abb. 3: Durchschnittliche Abweichung der Niederschlagsmenge (mm) vom langjährigen Mittel in Europa  
(vgl. Keppler (2006), Daten von Deutscher Wetterdienst (2006), S. 57)

### **3.4. Wirtschaftswachstum**

Ein höheres Wirtschaftswachstum hat meist auch einen höheren Stromverbrauch und/oder einer Produktionssteigerung in CO<sub>2</sub> regulierten Industrien und somit ein höheres Emissionsvolumen zur Folge. Kommt es zu einer Wirtschaftskrise, wie es aktuell der Fall ist, so sinken auch die EUA-Preise. Ein lang anhaltender Wirtschaftsboom lässt hingegen den Zertifikatspreis in die Höhe treiben. Grundsätzlich sind derartige Wirtschaftsschwankungen eher selten, kommen aber durchaus vor, wie aktuell zu sehen ist.<sup>14</sup>

### **3.5. Technologische Entwicklung**

Technologische Fortschritte haben stets einen Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Preise. Sollte in Zukunft eine Möglichkeit entwickelt werden, die das Emissionsvolumen verringert, so wird sich der CO<sub>2</sub>-Preis dementsprechend verändern. Natürlich ist dieser Faktor, wie auch das Wirtschaftswachstum, ein eher langfristiger Faktor. Es wird zwar ständig weiter geforscht um die Emissionen zu verringern, jedoch sind die bahnbrechenden Technologien derzeit noch nicht am Markt.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> vgl. Wagner (2007), S 31 f.  
vgl. Wirsching (2004), S. 6

<sup>15</sup> vgl. Wagner (2007), S. 32

### 3.6. Technische Risiken

Einen weiteren Punkt stellen technische Risiken dar, wie beispielsweise der Ausfall eines Atomkraftwerks, welcher durch CO<sub>2</sub>-intensivere Stromerzeugungsarten kompensiert werden muss. Doch auch dieser Faktor sollte in der EU keine grosse Rolle spielen<sup>16</sup>.

Um die Bedeutsamkeit der preistreibenden Faktoren beurteilen zu können, wurde von *Wagner (2007)* eine Expertenbefragung durchgeführt. Hierzu wurden im August und September 2005 Personen aus dem Bankensektor, der Energieversorgung sowie der Stahlproduktion interviewt. Zu diesem Zeitpunkt gab es seit ca. einem halben Jahr den börslichen Handel von EUAs (Forwards und Futures). Vor diesem Hintergrund seien nun die Ergebnisse der Befragung vorgestellt.

Die Befragten konnten bei jedem Faktor den Grad der Beeinflussung – zwischen 1 „play no role“ und 7 „play important role“ - beurteilen. Wenig überraschend waren die Ergebnisse (siehe Abb. 4). Die regulatorischen Unsicherheiten (Median 7.0) sowie die politischen Risiken (6.0) wurden als sehr wichtige preistreibende Faktoren beurteilt. Dies ist nicht weiter verwunderlich da es sich um einen rein regulatorisch erzeugten Markt handelt. Ebenfalls als sehr bedeutsam wurden die Brennstoffpreise (7.0) und das Wetter (5.5) eingestuft.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> vgl. Wagner (2007), S. 32

<sup>17</sup> vgl. Wagner (2007), S. 47 ff.



Preistreibender Faktor	Bedeutsamkeit*		
	1. Quartil	Median	3. Quartil
Regulatorische Unsicherheiten	6.00	7.00	7.00
Brennstoffpreise (Fuel-Spread)	5.00	7.00	7.00
Politische Risiken	4.00	6.00	6.75
Wetter	4.25	5.50	6.00
Compliance Buying	3.25	4.50	5.75
Wirtschaftswachstum	3.00	4.50	5.50
Technologische Entwicklung	3.00	4.00	5.00
Technische Risiken	1.75	2.00	4.00

\* 1: Spielt keine Rolle – 7: Spielt bedeutsame Rolle. Der Begriff Preisrisiko wird als Preisvolatilität interpretiert. Die Berechnung der Quartile erfolgt nach Freund und Perles (1987), Methode 1.

Abb. 4: Bedeutsamkeit preistreibender Faktoren für das CO<sub>2</sub>-Preisrisiko im EU EHS (vgl. Wagner (2007), S. 31)

Zusammenfassend hier noch eine Tabelle von *Wirsching (2004)*, die alle Determinanten und dessen Auswirkungen auf die Veränderung des EUA-Preises nochmals aufzeigt:

	Veränderung des EUA-Preises** wenn Determinante...	
	...steigt	...sinkt
<b>Langfristige Einflussfaktoren</b>		
Gesamtmenge der in NAPs bewilligten EUAs	↓	↑
CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten innerhalb des ETS	↑	↓
Preis für CERs bzw. ERUs	↑	↓
Anteil erneuerbaren Energien an Stromproduktion	↓	↑
<b>Kurzfristige Einflussfaktoren</b>		
Gaspreis relativ zu Kohlenpreis	↑	↓
Niederschlag	↓	↑
Durchschnittstemperatur Winter	↓	↑
Durchschnittstemperatur Sommer	↑	↓
Wirtschaftswachstum	↑	↓

---

\* Analystenhorizont 2005 - 2007

\*\* ↑/↓ steht für steigenden/sinkenden EUA-Preis

Abb. 5: Determinanten für EU-Emissionsrechte (vgl. Wirsching (2004), S. 7)

## 4. Prognoseinstrument

Bevor das Prognoseinstrument entwickelt werden kann, sind zahlreiche Analysen und Berechnungen der relevanten Daten notwendig. In den nachfolgenden Kapiteln ist die Vorgehensweise bei der Entwicklung des Prognosetools dokumentiert.

### 4.1. Periodenabgrenzung

Für die Kursanalyse wurden die Kurswerte des CARBIX Price EUR/EUA ab dem 9.3.2005 betrachtet (siehe Abb. 6). Die Untersuchung zeigt teilweise extreme Sprünge bei der Kursentwicklung. Aufgrund dessen wurden für die Kursanalyse zwei Perioden ausgeklammert:

- **1. Periode: 30.06.2005 – 07.08.2005**

Während dieser Zeit waren bei den EUA-Preisen enorme Schwankungen ersichtlich. Trotz ausführlicher Recherche konnte keine Erklärung für die Ausschläge gefunden werden. Möglich ist, dass die Zertifikatsnachfrage infolge der steigenden Gaspreise, welche zu einer erhöhten Stromerzeugung in den Kohlekraftwerken führte, anstieg und somit der Preis in die Höhe schoss und bei anschliessender Regulierung wieder fiel.<sup>18</sup> Da diese Schwankungen sehr vom Bild der anderen Referenzkurse abweichen, wurde dieser Zeitraum für die Berechnung ausgeschlossen.

- **2. Periode: 26.04.2006 – 08.06.2006**

Dieser Zeitraum war ebenfalls von einer untypischen Entwicklung des EUA-Preises geprägt. Am 26.04.2006 kam es zu einem starken Kurseinbruch. Dieser Preisverfall könnte auf ein französisches Unternehmen zurückzuführen sein, welches im Jahr 2005 knapp 12% weniger Kohlendioxid emittierte als ihm Emissionsrechte zugeteilt wurden. Die nicht benötigten Emissionsrechte wurden anschliessend an der Börse verkauft – was zu einem Angebotsüberfluss führte. Aufgrund dessen wurde auch dieser Bereich für die Kursanalyse isoliert.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> vgl. Redl (2007), Folie 5

<sup>19</sup> vgl. Fröscher (2007), S. 4

In den verbleibenden Perioden verlaufen die Kurse eher konstant. Es gibt keine enormen Schwankungen. Ab dem 09.09.2006 ist dann ein Abwärtstrend erkennbar. Nach einer kurzen Erholungsphase befanden sich die Zertifikatspreise ab 06.11.2006 schliesslich im freien Fall. Erklärbar ist diese Preisentwertung dadurch, dass zum einen offensichtlich wurde das in Europa mehr Zertifikate zugeteilt wurden als CO<sub>2</sub> emittiert wurde und zum anderen die Zertifikate mit Ende 2007 ausliefen (die Zertifikate konnten nicht von einer in die nächste Periode im Jahr 2008 übernommen werden).<sup>20</sup>

Da die Zertifikatspreise aus genanntem Grund anschliessend nur noch im Wert fielen, ist eine Analyse dieses Zeitraums nicht sinnvoll.

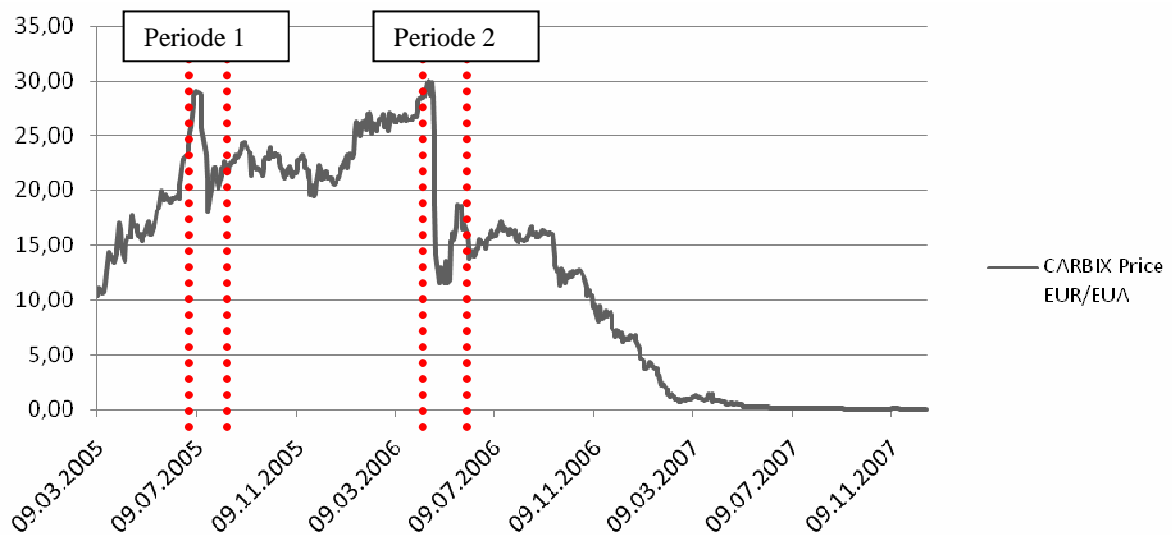


Abb. 6: Kursverlauf CARBIX Price EUR/EUA (eigene Darstellung)

#### 4.2. Datenauswahl

Zur Erstellung des EUA Kursprognoseinstrument sind mehrere Faktoren und deren Zeitreihen in Betracht gezogen worden, welche die in Punkt 3 dieser Arbeit dargestellten

<sup>20</sup> vgl. Fröscher (2007), S. 4

Einflusskategorien widerspiegeln. Die Entscheidung ist zu Gunsten folgender vier Faktoren (Wetter ausgeschlossen) gefallen:

- **Euro Stoxx 50:**

Am Ursprung der Entscheidung für einen Aktienindex stand die Suche nach einem Spiegel des Wirtschaftswachstums. Die meisten Indikatoren für das Wirtschaftswachstum werden auf monatlicher Basis erhoben. Sie hätten damit den Anforderungen eines Kursprognoseinstruments auf Monatsbasis genügt, d.h. ein Instrument, das die Kursänderung von einem Monat auf den nächsten prognostiziert, jedoch nicht den Anforderungen eines Prognosetools, welches die tägliche Preisänderung untersucht. Somit waren gängige Indikatoren für das Wirtschaftswachstum unzureichend.

Als Ersatz wurde ein Aktienindex gewählt, unter der Annahme, dass sich in den Aktienkursen die wirtschaftliche Situation widerspiegelt, d.h. steigende Aktienkurse sind ein Anzeichen für ein grösseres Wirtschaftswachstum, sinkende Aktienkurse ein Anzeichen für ein geringeres Wachstum oder einen Abschwung. Die Entscheidung ist für den Euro Stoxx 50 Index gefallen, da dieser die Entwicklung europäischer Unternehmen widerspiegelt und EUAs für Emissionen europäischer Unternehmen gelten.

- **Brent Crude Oil:**

Unter den Rohstoffen hat vor allem der Ölpreis einen massgeblichen Einfluss auf die EUA Entwicklung. Da wiederum versucht wurde einen europäischen Indikator zu finden, fiel die Entscheidung zugunsten von Brent (gehandelt unter dem Namen Brent Blend), der wichtigsten Rohölsorte für Europa.<sup>21</sup>

- **Reuters Jeffries CRB Index:**

Der Reuters Jeffries CRB Index ist einer der ältesten Indizes für die globalen Commodity Märkte. Der Index besteht aus 19 Komponenten und enthält unter anderem Rohöl, Heizöl, Erdgas und unverbleites Benzin. Zu den anderen Komponenten zählen weiter Aluminium, Kupfer, Gold, Nickel und Silber. Somit kann man den Index als Indikator der technologischen Entwicklung (beispielsweise durch reduzierte Abbaukosten, andererseits auch durch reduzierte Produktionsinputs) und ebenfalls als Indikator der wirtschaftlichen

---

<sup>21</sup> vgl. Finanzen.net (2009)

Entwicklung sehen.<sup>22</sup>

- **Dow Jones Industrial Coal Index:**

Die ursprüngliche Absicht war den Gaspreis und den Kohlenpreis in das Prognoseinstrument einfließen zu lassen, da beide in erheblichem Ausmass EUA-preisbestimmend sind.

Erdgas wird in Europa auf nationaler Ebene unterschiedlich berechnet. In Deutschland und Österreich ist der Preis des Erdgases an den Rohölpreis gekoppelt, in anderen Ländern folgt die Koppelung an andere Ölprodukte wie Heizöl oder Schweröl. Auch die unterschiedlich grossen natürlichen Erdgasvorkommen in den europäischen Ländern führen zu unterschiedlichen Preisen für Erdgas in Europa.

Also wurde der Gaspreis weggelassen und stattdessen als Einflussfaktor der Preis für Kohle, abgebildet durch den Dow Jones Industrial Coal Index, verwendet.

- **Wetter:**

In der Literatur wird darauf hingewiesen, dass auch das Wetter die EUA-Preisentwicklung beeinflusst. Die Suche nach geeigneten Indizes hat mehrere Indizes über das Wetter in einzelnen europäischen Städten zu Tage gebracht, aber keinen Indikator über das Wetter in der gesamten EU oder in Europa. Im Datastream gibt es zwar einen Datensatz „International Weather“. Da aber nicht in Erfahrung zu bringen war, was diese Zeitreihe genau anzeigt, und die Zeitreihe, vor allem gegen Ende des Untersuchungszeitraums extrem ausreißt – was von uns nicht nachvollziehbar ist - haben wir diesen Faktor ausgelassen.

---

<sup>22</sup> vgl. Jeffries (2008)

### Einteilung der Untersuchungsperioden aufgrund der EUA Entwicklung

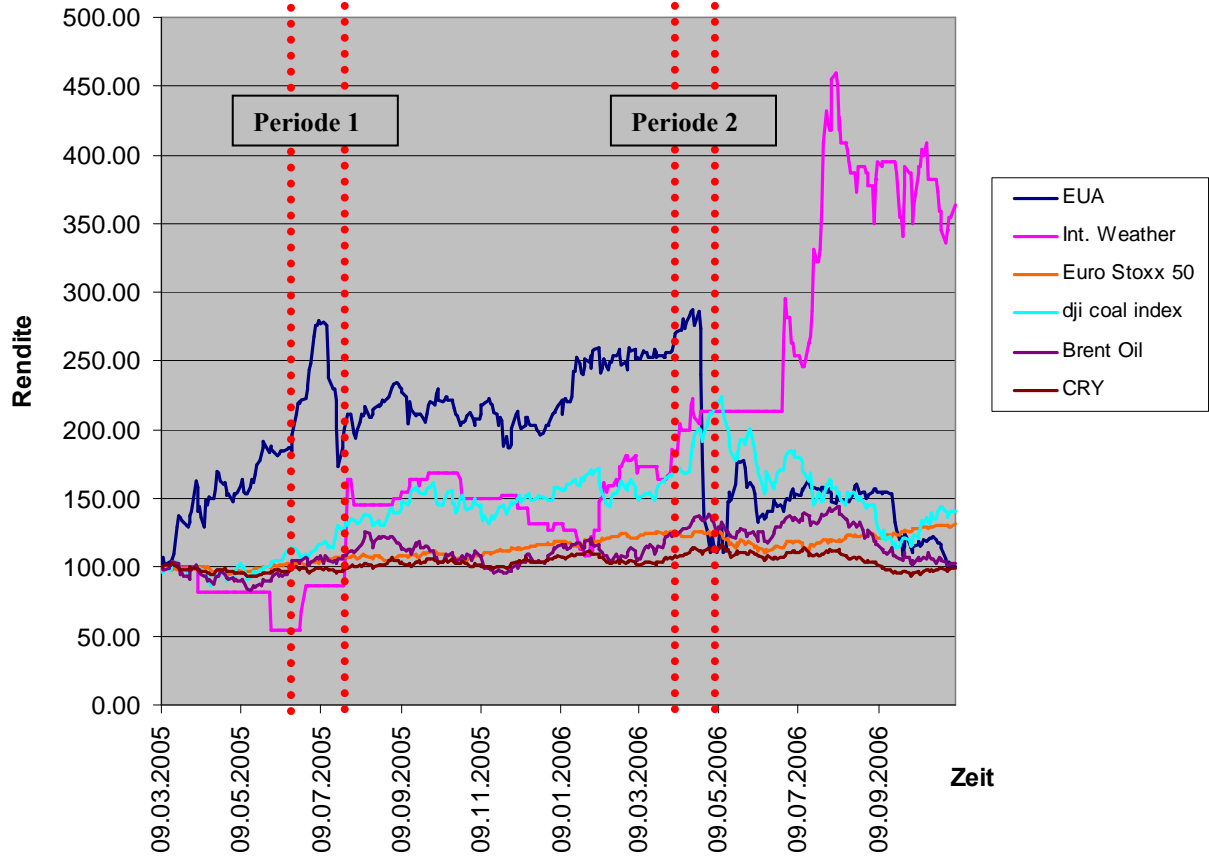


Abb. 7: Kursentwicklungen aller Faktoren (eigene Darstellung)

### 4.3. Datenaufarbeitung

Die Datenaufarbeitung erfolgte in vier Schritten.

In einem ersten Schritt wurden die Zeitreihen der Einflussfaktoren für den Zeitraum 09.03.2005 bis 06.11.2006 nebeneinander in ein Excel Blatt eingefügt. Hier entstand die Problematik, dass es nicht zu allen Faktoren an allen Tagen einen Preis gab.

In einem zweiten Schritt wurden die Zeitreihen „ausgedehnt“. Tage an denen kein Faktor einen Preis hatte, wurden eliminiert. Sobald auch nur ein Faktor an einem Tag einen Preis hatte, wurde diese Periode bei den Faktoren, die keinen Preis hatten, als leerer Tag eingefügt.

In einem dritten Schritt wurde für die eingefügten leeren Tage die Kursänderung zwischen dem letzten Tag vor dem Leerraum bis zum ersten Tag nach dem Leerraum linear interpoliert.

Beispiel: Am 02.01.2006 betrug der EUA-Preis EUR 22.02. Brent Öl notierte an diesem Tag nicht. Der letzte Kurs vor diesem Leerraum war der Kurs vom 30.12.2005. Der nächste Kurs nach diesem Leerraum war der Kurs vom 03.01.2006. Vom 30.12.2005 zum 03.01.2006 stieg der Kurs von Brent Öl von 58.70 auf 61.83. Durch lineare Interpolation ergab sich der Preis für den 02.01.2006 durch  $58.70 + ((61.83-58.70)/2)$ . Analog für die anderen Leerräume.

Die meisten zu interpolierenden Perioden gab es bei den nicht-europäischen Indizes, vor allem beim Reuters Jeffries CRB Index.

Wie bereits beschrieben, wurden zwei Perioden mit abnormer EUA-Preisentwicklung ausgelassen.

Im vierten und letzten Schritt wurden die logarithmierten Tagesrenditen berechnet die für die weiteren Berechnungen gedient haben.

### 4.4. Rechenmethodik

Um die Daten zu untersuchen, wurden primär die historischen Kursverläufe der Emissionszertifikate und potenziellen Vorlaufindikatoren analysiert und ausgewertet. Hierzu



wurden verschiedene Werte berechnet:

- Min./Max. Rendite
- Standardabweichung
- Korrelation mit EUA

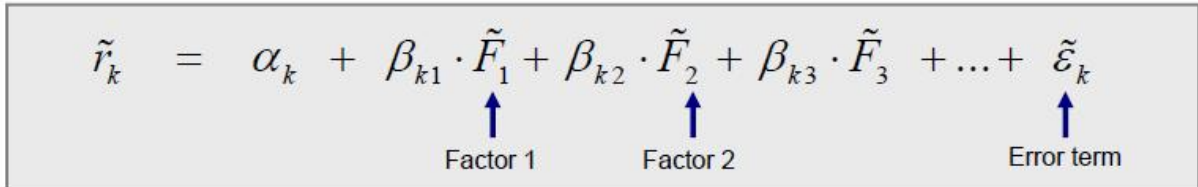
Alle Kennzahlen wurden jeweils für den gesamten Zeitraum, als auch unter Voraussetzung der Isolierung der zwei angesprochenen Perioden, berechnet.

Die Ergebnisse brachten folgende Erkenntnisse: Die Min./Max. Renditen waren bei allen untersuchten Faktoren eher gering. Lediglich beim International Weather und bei den EUAs gab es grössere Ausreisser, welche bereits in den vorherigen Kapiteln angesprochen wurden. Diese Schwankungen spiegeln sich auch in der Standardabweichung der beiden Zeitreihen wider (rund 4%). Die weiteren überprüften Faktoren ergaben Werte zwischen 0.8% und 2.5%. Was die Korrelation zwischen den Faktoren und den EUAs betrifft, konnte kein besonders starker Zusammenhang festgestellt werden. Die Werte liegen alle im Bereich von -6% bis 19%.

EUA			International Weather			Euro Stoxx 50			dj industrial coal index (yahoo finance.com)			Brent Oil			Reuters Jeffries CRB Index		
Trading	Intraday	LN Rendite	Date	?	% Change	Date (GMT)	Line	LN Rendite	Date	Close	LN Rendite	Date (GMT)	Line	LN Rendite	Date	Px Last	LN Rendite
20.09.2006	15.03	-6.25%	20.09.2006	21.75	0.00%	20.09.2006	3841.31	1.60%	20.09.2006	215.01	-3.96%	20.09.2006	58.64	-5.68%	20.09.2006	300.67	-0.79%
21.09.2006	13.87	-8.03%	21.09.2006	21.75	0.00%	21.09.2006	3857.14	0.41%	21.09.2006	222.89	3.60%	21.09.2006	58.87	0.39%	21.09.2006	304.35	1.22%
22.09.2006	13.23	-4.72%	22.09.2006	21.25	-2.33%	22.09.2006	3812.73	-1.16%	22.09.2006	216.58	-2.87%	22.09.2006	58.41	-0.78%	22.09.2006	300.86	-1.15%
25.09.2006	12.50	-5.68%	25.09.2006	19.50	-8.59%	25.09.2006	3822.12	0.25%	25.09.2006	217.67	0.50%	25.09.2006	57.49	-1.59%	25.09.2006	300.71	-0.05%
26.09.2006	12.75	1.98%	26.09.2006	19.50	0.00%	26.09.2006	3872.92	1.32%	26.09.2006	225.43	3.50%	26.09.2006	57.93	0.76%	26.09.2006	301.71	0.33%
27.09.2006	11.33	-11.81%	27.09.2006	18.75	-3.92%	27.09.2006	3896.18	0.60%	27.09.2006	228.94	1.55%	27.09.2006	57.00	-1.62%	27.09.2006	304.32	0.86%
28.09.2006	12.03	5.99%	28.09.2006	20.75	10.14%	28.09.2006	3894.98	-0.03%	28.09.2006	228.14	-0.35%	28.09.2006	60.08	5.26%	28.09.2006	305.14	0.27%
29.09.2006	12.91	7.06%	29.09.2006	21.50	3.55%	29.09.2006	3899.41	0.11%	29.09.2006	229.55	0.62%	29.09.2006	58.49	-2.68%	29.09.2006	305.58	0.14%
02.10.2006	12.21	-5.57%	02.10.2006	21.25	-1.17%	02.10.2006	3892.48	-0.18%	02.10.2006	226.66	-1.27%	02.10.2006	58.20	-0.50%	02.10.2006	301.36	-1.39%
03.10.2006	11.87	-2.87%	03.10.2006	21.25	0.00%	03.10.2006	3880.14	-0.32%	03.10.2006	217.21	-4.26%	03.10.2006	55.68	-4.43%	03.10.2006	295.13	-2.09%
04.10.2006	11.52	-2.95%	04.10.2006	19.75	-7.32%	04.10.2006	3914.73	0.89%	04.10.2006	220.17	1.35%	04.10.2006	55.22	-0.83%	04.10.2006	297.11	0.67%
05.10.2006	12.15	5.32%	05.10.2006	19.25	-2.56%	05.10.2006	3939.86	0.64%	05.10.2006	229.83	4.29%	05.10.2006	56.83	2.87%	05.10.2006	300.59	1.16%
06.10.2006	12.00	-1.24%	06.10.2006	20.00	3.82%	06.10.2006	3940.31	0.01%	06.10.2006	233.27	1.49%	06.10.2006	55.80	-1.83%	06.10.2006	300.20	-0.13%
09.10.2006	12.15	1.24%	09.10.2006	21.25	6.06%	09.10.2006	3939.48	-0.02%	09.10.2006	228.50	-2.07%	09.10.2006	58.50	4.73%	09.10.2006	303.56	1.11%
10.10.2006	12.42	2.20%	10.10.2006	21.50	1.17%	10.10.2006	3960.67	0.54%	10.10.2006	234.93	2.77%	10.10.2006	57.05	-2.51%	10.10.2006	299.40	-1.38%
11.10.2006	12.05	-3.02%	11.10.2006	21.50	0.00%	11.10.2006	3967.39	0.17%	11.10.2006	241.35	2.70%	11.10.2006	57.00	-0.09%	11.10.2006	297.81	-0.53%
12.10.2006	12.17	0.99%	12.10.2006	22.25	3.43%	12.10.2006	3999.89	0.82%	12.10.2006	252.82	4.64%	12.10.2006	57.37	0.65%	12.10.2006	299.73	0.64%
13.10.2006	12.50	2.68%	13.10.2006	22.00	-1.13%	13.10.2006	3999.07	-0.02%	13.10.2006	249.10	-1.48%	13.10.2006	58.47	1.90%	13.10.2006	303.39	1.21%
16.10.2006	12.39	-0.88%	16.10.2006	22.50	2.25%	16.10.2006	4001.97	0.07%	16.10.2006	256.96	3.11%	16.10.2006	57.82	-1.12%	16.10.2006	308.56	1.69%
17.10.2006	12.45	0.48%	17.10.2006	21.00	-6.90%	17.10.2006	3949.57	-1.32%	17.10.2006	251.35	-2.21%	17.10.2006	59.98	3.67%	17.10.2006	308.16	-0.13%
18.10.2006	12.60	1.20%	18.10.2006	21.00	0.00%	18.10.2006	3991.38	1.05%	18.10.2006	248.20	-1.26%	18.10.2006	58.16	-3.08%	18.10.2006	304.52	-1.19%
19.10.2006	12.66	0.48%	19.10.2006	21.00	0.00%	19.10.2006	3986.82	-0.11%	19.10.2006	263.97	6.16%	19.10.2006	57.39	-1.33%	19.10.2006	307.97	1.13%
20.10.2006	12.75	0.71%	20.10.2006	21.00	0.00%	20.10.2006	3998.19	0.28%	20.10.2006	254.46	-3.67%	20.10.2006	57.59	0.35%	20.10.2006	305.74	-0.73%
23.10.2006	12.53	-1.74%	23.10.2006	21.00	0.00%	23.10.2006	4019.02	0.52%	23.10.2006	254.50	0.02%	23.10.2006	55.76	-3.23%	23.10.2006	306.10	0.12%
24.10.2006	12.30	-1.85%	24.10.2006	20.50	-2.41%	24.10.2006	4014.01	-0.12%	24.10.2006	265.08	4.07%	24.10.2006	56.85	1.94%	24.10.2006	307.54	0.47%
25.10.2006	12.30	0.00%	25.10.2006	19.75	-3.73%	25.10.2006	4019.14	0.13%	25.10.2006	269.05	1.49%	25.10.2006	58.09	2.16%	25.10.2006	312.77	1.69%
26.10.2006	12.10	-1.64%	26.10.2006	19.75	0.00%	26.10.2006	4027.29	0.20%	26.10.2006	272.41	1.24%	26.10.2006	57.76	-0.57%	26.10.2006	311.78	-0.32%
27.10.2006	11.90	-1.67%	27.10.2006	19.00	-3.87%	27.10.2006	4017.27	-0.25%	27.10.2006	272.63	0.08%	27.10.2006	57.04	-1.25%	27.10.2006	312.37	0.19%
30.10.2006	11.06	-7.32%	30.10.2006	18.50	-2.67%	30.10.2006	4004.92	-0.31%	30.10.2006	265.62	-2.60%	30.10.2006	56.13	-1.61%	30.10.2006	306.22	-1.99%
31.10.2006	10.37	-6.44%	31.10.2006	19.00	2.67%	31.10.2006	4004.80	0.00%	31.10.2006	263.16	-0.93%	31.10.2006	55.18	-1.71%	31.10.2006	305.87	-0.11%
01.11.2006	10.50	1.25%	01.11.2006	19.00	0.00%	01.11.2006	4014.34	0.24%	01.11.2006	256.83	-2.43%	01.11.2006	55.42	0.43%	01.11.2006	306.35	0.16%
02.11.2006	10.80	2.82%	02.11.2006	19.50	2.60%	02.11.2006	3974.62	-0.99%	02.11.2006	260.89	1.57%	02.11.2006	55.31	-0.20%	02.11.2006	307.64	0.42%
03.11.2006	10.48	-3.01%	03.11.2006	19.50	0.00%	03.11.2006	3990.46	0.40%	03.11.2006	266.58	2.16%	03.11.2006	55.60	0.52%	03.11.2006	309.91	0.74%
06.11.2006	10.41	-0.67%	06.11.2006	20.00	2.53%	06.11.2006	4045.22	1.36%	06.11.2006	265.60	-0.37%	06.11.2006	55.97	0.66%	06.11.2006	311.72	0.58%
<b>gesamter Betrachtungszeitraum:</b>																	
<b>Min. Rendite:</b>					<b>-30.11%</b>			<b>-3.41%</b>			<b>8.74%</b>			<b>-7.22%</b>			<b>-2.91%</b>
<b>Max. Rendite:</b>					<b>26.73%</b>			<b>2.64%</b>			<b>8.44%</b>			<b>6.33%</b>			<b>3.74%</b>
<b>Standardabweichung</b>					<b>4.25%</b>			<b>0.84%</b>			<b>2.46%</b>			<b>2.08%</b>			<b>0.97%</b>
<b>Korrelation mit EUA:</b>					<b>0.07469478</b>			<b>0.02975359</b>			<b>-0.0009953</b>			<b>0.15722027</b>			<b>0.10277484</b>

Abb. 8: Auszug aus den Kursanalyseergebnissen (eigene Darstellung)

Um das Prognosetool zu erstellen, wurde ein Multifaktormodell verwendet:

$$\tilde{r}_k = \alpha_k + \beta_{k1} \cdot \tilde{F}_1 + \beta_{k2} \cdot \tilde{F}_2 + \beta_{k3} \cdot \tilde{F}_3 + \dots + \tilde{\varepsilon}_k$$


The diagram shows the equation  $\tilde{r}_k = \alpha_k + \beta_{k1} \cdot \tilde{F}_1 + \beta_{k2} \cdot \tilde{F}_2 + \beta_{k3} \cdot \tilde{F}_3 + \dots + \tilde{\varepsilon}_k$  enclosed in a rectangular box. Below the equation, three blue arrows point upwards to the terms  $\tilde{F}_1$ ,  $\tilde{F}_2$ , and  $\tilde{\varepsilon}_k$ . These arrows are labeled 'Factor 1', 'Factor 2', and 'Error term' respectively.

Abb. 9: Multifaktormodell (aus: Gantenbein (2008), Folie 21)

Hierzu wurden zuerst - wie in Kapitel 4.2. beschrieben – vier Faktoren ausgewählt, die anschliessend zur Prognostizierung der EUA-Preise miteinbezogen werden. Vorab wurden von allen vier Faktoren die Betas berechnet. Dies erfolgte mithilfe einer Excel-Regression. Wie bei den Kennzahlen, wurden auch hier zwei Regressionen (für gesamten sowie für den periodenisolierten Betrachtungszeitraum) durchgeführt, um die unterschiedlichen Ergebnisse aufzuzeigen. Mit diesen Regressionen wurde auch das Alpha ermittelt, welches ebenfalls für das Multifaktormodell benötigt wird. Für das Prognosetool wurden die Ergebnisse der Regression für den periodenisolierten Betrachtungszeitraum herangezogen.

Datum	EUA			Euro Stoxx 50	DJ Industrial Coal Index	Brent Oil	Reuters Jeffries CRB Index	
	Trading Date	Intraday Auction Price	LN Rendite	% Change	% Change	% Change	% Change	
Montag, 16. Oktober 2006	16.10.2006	12.39	-0.88%	0.07%	3.11%	-1.12%	1.69%	
Dienstag, 17. Oktober 2006	17.10.2006	12.45	0.48%	-1.32%	-2.21%	3.67%	-0.13%	
Mittwoch, 18. Oktober 2006	18.10.2006	12.60	1.20%	1.05%	-1.26%	-3.08%	-1.19%	
Donnerstag, 19. Oktober 2006	19.10.2006	12.66	0.48%	-0.11%	6.16%	-1.33%	1.13%	
Freitag, 20. Oktober 2006	20.10.2006	12.75	0.71%	0.28%	-3.67%	0.35%	-0.73%	
Montag, 23. Oktober 2006	23.10.2006	12.53	-1.74%	0.52%	0.02%	-3.23%	0.12%	
Dienstag, 24. Oktober 2006	24.10.2006	12.30	-1.85%	-0.12%	4.07%	1.94%	0.47%	
Mittwoch, 25. Oktober 2006	25.10.2006	12.30	0.00%	0.13%	1.49%	2.16%	1.69%	
Donnerstag, 26. Oktober 2006	26.10.2006	12.10	-1.64%	0.20%	1.24%	-0.57%	-0.32%	
Freitag, 27. Oktober 2006	27.10.2006	11.90	-1.67%	-0.25%	0.08%	-1.25%	0.19%	
Montag, 30. Oktober 2006	30.10.2006	11.06	-7.32%	-0.31%	-2.60%	-1.61%	-1.99%	
Dienstag, 31. Oktober 2006	31.10.2006	10.37	-6.44%	0.00%	-0.93%	-1.71%	-0.11%	
Mittwoch, 1. November 2006	01.11.2006	10.50	1.25%	0.24%	-2.43%	0.43%	0.16%	
Donnerstag, 2. November 2006	02.11.2006	10.80	2.82%	-0.99%	1.57%	-0.20%	0.42%	
Freitag, 3. November 2006	03.11.2006	10.48	-3.01%	0.40%	2.16%	0.52%	0.74%	
Montag, 6. November 2006	06.11.2006	10.41	-0.67%	1.36%	-0.37%	0.66%	0.58%	
<b>gesamter Betrachtungszeitraum</b>								
<i>Regressions-Statistik</i>								
Multipler Korrelationskoeffizient	0.175867717							
Bestimmtheitsmaß	0.030929454							
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	-0.02187272							
Standardfehler	0.042040156							
Beobachtungen	433							
<i>ANOVA</i>								
	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Mittlere Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>F krit</i>			
Regression	4	0.02414289	0.006035723	3.415078051	0.009161081			
Residue	428	0.756436369	0.001767375					
Gesamt	432	0.780579259						
<i>Koeffizienten</i>								
Schnittpunkt	-1.35347E-05	0.002026493	-0.00667889	0.994674168	-0.003996652	0.00396958	-0.00399665	0.00396958
Euro Stoxx 50	0.178951309	0.253747087	0.705234931	0.481047667	-0.319794182	0.6776968	-0.31979418	0.6776968
dj industrial coal index	-0.14406133	0.097445101	-1.478384533	0.140040417	-0.335591824	0.04746916	-0.33559182	0.04746916
Brent Oil	0.294766355	0.110593081	2.665323661	0.007982375	0.077393217	0.51213949	0.07739322	0.51213949
Reuters Jeffries CRB Index	0.302471289	0.259157777	1.167131823	0.243806972	-0.206909033	0.81185161	-0.20690903	0.81185161

Abb. 10: Ergebnisse der Beta Berechnung über den gesamten Betrachtungszeitraum (eigene Darstellung)

Datum	EUA			Euro Stoxx 50	DJ Industrial Coal Index	Brent Oil	Reuters Jeffries CRB Index
	Trading Date	Intraday Auction Price EUR/EUA	LN Rendite	% Change	% Change	% Change	% Change
Dienstag, 17. Oktober 2006	17.10.2006	12.45	0.48%	-1.32%	-2.21%	3.67%	-0.13%
Mittwoch, 18. Oktober 2006	18.10.2006	12.60	1.20%	1.05%	-1.26%	-3.08%	-1.19%
Donnerstag, 19. Oktober 2006	19.10.2006	12.66	0.48%	-0.11%	6.16%	-1.33%	1.13%
Freitag, 20. Oktober 2006	20.10.2006	12.75	0.71%	0.28%	-3.67%	0.35%	-0.73%
Montag, 23. Oktober 2006	23.10.2006	12.53	-1.74%	0.52%	0.02%	-3.23%	0.12%
Dienstag, 24. Oktober 2006	24.10.2006	12.30	-1.85%	-0.12%	4.07%	1.94%	0.47%
Mittwoch, 25. Oktober 2006	25.10.2006	12.30	0.00%	0.13%	1.49%	2.16%	1.69%
Donnerstag, 26. Oktober 2006	26.10.2006	12.10	-1.64%	0.20%	1.24%	-0.57%	-0.32%
Freitag, 27. Oktober 2006	27.10.2006	11.90	-1.67%	-0.25%	0.08%	-1.25%	0.19%
Montag, 30. Oktober 2006	30.10.2006	11.06	-7.32%	-0.31%	-2.60%	-1.61%	-1.99%
Dienstag, 31. Oktober 2006	31.10.2006	10.37	-6.44%	0.00%	-0.93%	-1.71%	-0.11%
Mittwoch, 1. November 2006	01.11.2006	10.50	1.25%	0.24%	-2.43%	0.43%	0.16%
Donnerstag, 2. November 2006	02.11.2006	10.80	2.82%	-0.99%	1.57%	-0.20%	0.42%
Freitag, 3. November 2006	03.11.2006	10.48	-3.01%	0.40%	2.16%	0.52%	0.74%
Montag, 6. November 2006	06.11.2006	10.41	-0.67%	1.36%	-0.37%	0.66%	0.58%
<i>bei Ausklammerung zweier Perioden:</i>							
<i>Regressions-Statistik</i>							
Multipler Korrelationskoeffizient	0.204883661						
Bestimmtheitsmaß	0.041977315						
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0.031592245						
Standardfehler	0.029346213						
Beobachtungen	374						
<i>ANOVA</i>							
	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Mittlere Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>F krit</i>		
Regression	4	0.013924171	0.003481043	4.042083066	0.003203203		
Residue	369	0.317782873	0.0008612				
Gesamt	373	0.331707044					
	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>	<i>Untere 95%</i>	<i>Obere 95%</i>	<i>Untere 95,0%</i> <i>Obere 95,0%</i>
Schnittpunkt	0.002532869	0.001528966	1.656589697	0.098452468	-0.00047371	0.00553945	-0.00047371 0.00553945
Euro Stoxx 50	-0.209775389	0.203748291	-1.029581099	0.303881073	-0.610428801	0.19087802	-0.6104288 -0.19087802
dj industrial coal index	-0.050396864	0.073058255	-0.689817514	0.490742544	-0.19405961	0.09326588	-0.19405961 0.09326588
Brent Oil	0.306178401	0.08254899	3.709050826	0.00024002	0.143852943	0.46850386	0.14385294 0.46850386
Reuters Jeffries CRB Index	-0.129419648	0.199640145	-0.648264647	0.517216979	-0.521994747	0.26315545	-0.52199475 0.26315545

Abb. 11: Ergebnisse der Beta Berechnung bei periodenisoliertem Betrachtungszeitraum (eigene Darstellung)

Das Prognosetool funktioniert nun folgendermassen: Es werden Annahmen getroffen, wie sich die Kurse der einzelnen Faktoren verändern. Die prognostizierte Veränderung der Faktoren wird prozentual mit dem jeweils dazugehörigen Betafaktor multipliziert. Die vier Produkte werden dann, wie in Abbildung 9 beschrieben, mit dem Alpha summiert. Das Ergebnis zeigt dann die prognostizierte prozentuale Veränderung des EUA-Preises bei Eintritt der angenommenen Veränderungen der einzelnen Faktoren.

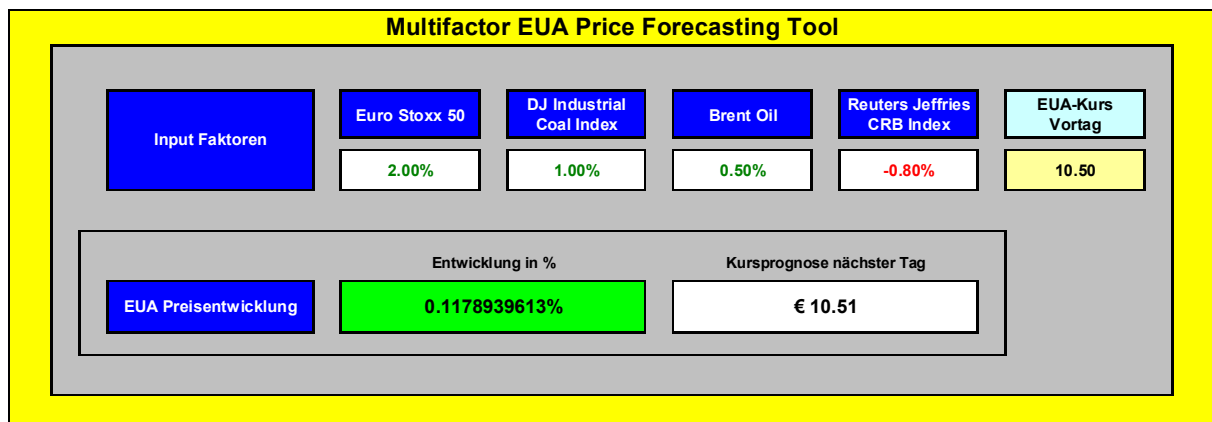
#### 4.5. Eingabemaske des Prognosetools

Die Funktionsweise des EUA Prognosetools ist relativ einfach gehalten.

Das Tool ist in folgende zwei Bereiche aufgeteilt:

- Input Faktoren
- EUA-Preisentwicklung

Die Input Faktoren – in unserem Fall Euro Stoxx 50, DJ Industrial Coal Index, Brent Oil, Reuters Jeffries CRB Index und der EUA-Kurs vom Vortag – dienen zur Prognose der Preisentwicklung der EUAs. Der Anwender soll in die vier Eingabefelder die Entwicklung der Input Faktoren in Prozent und in das fünfte Feld den EUA-Kurs vom Vortag eingeben. Nach Eingabe der Faktoren wird unter EUA-Preisentwicklung einerseits die Entwicklung in Prozent und andererseits der geschätzte EUA-Preis für den nächsten oder aktuellen Handelstag angezeigt. Der geschätzte Preis setzt sich aus der Entwicklung und dem letzt bekannten, vom Anwender eingegebenen EUA-Preis zusammen.



	Euro Stoxx 50	DJ Industrial Coal Index	Brent Oil	Reuters Jeffries CRB Index
Beta	0.178951309	-0.14406133	0.294766355	0.302471289
Alpha	-0.0000135347			

Abb. 12: Prognosetool EUA-Kurse (eigene Darstellung)

#### 4.6. Backtesting

Die Regressionsanalyse ergibt folgende Betas:

- Euro Stoxx50: 0.1789
- DJ Industrial Coal Index: -0.1441
- Brent Oil: 0.2947
- Reuter Jeffries CRB Index: 0.3024.

In der Literatur gehört die Entwicklung des Kohlenpreises zu einem der grössten Einflussfaktoren, somit ist die geringe Korrelation mit dem DJ Industrial Coal Index von -0.14406 auffällig.

Nach Fertigstellung des Prognosetools wurde das Instrument über den gesamten Zeitraum (433 Handelstage) „backgetestet“. Ergebnis des Backtestings ist, dass das Tool an 240 Tagen (entspricht 55.43% der Fälle) den Trend erkannt hat und an 193 Tagen (entspricht 44.57% der Fälle) den Trend nicht erkannt hat.

Innerhalb der nicht erkannten Renditen waren 96 Fälle nicht erkannte positive Renditen und 87 Fälle nicht erkannte negative Renditen. Nicht erkannte Renditen sind somit tendenziell positiv.

Da dieses Testergebnis unbefriedigend ist und weil unser Untersuchungszeitraum schon mehrere Jahre zurückliegt, haben wir in einem abschliessenden Schritt die Aussagekraft des Prognosetools in einem näher liegenden Zeitraum getestet. Hierzu haben wir die Kurse der Emissionszertifikate und der Einflussfaktoren von 2. Januar 2009 bis 10. Februar 2009 getestet.

Das Ergebnis ist beinahe identisch: Von 27 Handelstagen im Januar 2009 wurde in 55.56% der Fälle der Trend erkannt (gegenüber von 55.43% im ersten Backtest) und in 44.44% der Fälle der Trend nicht erkannt (gegenüber 44.57% im ersten Backtest).

Die Ergebnisse des Tools sind somit über verschiedene Testzeiträume stabil jedoch ist das Ergebnis nicht zufrieden stellend.

Andererseits unterstützt das Ergebnis die Meinung von *Goecking (2008)*, wonach der grösste

Einfluss auf den Zertifikatspreis durch Angebot und Nachfrage nach den Zertifikaten bestimmt ist – und die sonstigen Einflussfaktoren werden zusätzlich betrachtet und sind kein Spiegel von Angebot und Nachfrage.

Eine weitere Erklärung für die geringe Treffsicherheit des Tools ist, dass die langfristigen Faktoren von *Wirsching (2004)* wie in Kapitel 2 beschrieben, nicht quantifiziert werden können und somit nicht in das Programm einfließen können.

## Fazit

Wie in der Theorie ersichtlich, hängt der EUA-Preis mit vielen Einflussfaktoren zusammen. Neben schwer berechenbaren Einflüssen, wie die technologische Entwicklung sowie technische, regulatorische und politische Risiken, gibt es einige Einflussfaktoren, die in Zahlenreihen ausgedrückt und für eine kalkulatorische Hinterfragung herangezogen werden können. Mit diesem Hintergrund wurde anhand von Einflussfaktoren, wie Brennstoffpreise oder unterschiedlichen Indizes, ein Prognosetool erstellt, welches die Entwicklung der EUA-Preise vorhersagt.

Aufgrund des starken Einflusses von regulatorischen Rahmenbedingungen wurden einzelne Kursabschnitte gesondert untersucht, um den punktuellen Einfluss von solchen Ereignissen zu erkennen und zu isolieren.

Die Literaturrecherche sowie die Analyse und Auswertung der historischen Kursverläufe der Emissionszertifikate und der potenziellen Vorlaufindikatoren führten zu vier Einflussfaktoren, die als Grundlage für das Prognosetool verwendet wurden: Euro Stoxx 50, DJ Industrial Coal Index, Brent Oil und Reuters Jeffers CRB Index.

Die Ergebnisse des Prognosetools bestätigen die Theorie, dass der EUA-Preis ein künstlich geschaffener „Markt“ ist, der von Schwankungen betroffen ist, die teilweise nicht erklärbar sind. Aufgrund dessen sind die Ergebnisse des Prognosetools vorsichtig zu betrachten.



### **Quellenverzeichnis**

**Ebsen , Peter (2004):** Emissionshandel in Deutschland – Ein Leitfaden für die Praxis, München

**Gantenbein, Pascal (2008):** Active Portfolio Management and Factor Models. Vorlesungsfolien Master of Science in Banking and Financial Management der Hochschule Liechtenstein. WWZ Universität Basel.

**Göcking, Sonja (2006):** Emissionshandel - Geschäftspotenziale für Banken, VDM Verlag, Saarbrücken.

**Keppler, Florian (2006):** Der Handel mit Emissionszertifikaten in der Europäischen Union: Institutionelle Ausgestaltung und Einflussfaktoren auf die Preisbildung, Diplomarbeit, Universität Passau

**Levin, Thomas (2005):** Emissionshandel – Grundlagen, Praxis, Perspektiven, Berlin

**Redl, Christian (2007):** CO<sub>2</sub> und Strom – Märkte und deren Interaktionen. Institut für Elektronische Anlagen und Energiewirtschaft, Vortragsfolien, Energy Economics Group, TU Wien

**Wagner, Michael W. (2007):** CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate – Preismodellierung und Derivatbewertung, Dissertation, Universität Karlsruhe

### **Internet Quellen**

#### **Das Österreichische Klimaportal ACCC (08.02.2009):**

EU-Emissionshandelsysteme, <http://www.accc.gv.at/emissionshandel.htm>, (Stand: 01.11.2008)

#### **Bundesamt für Umwelt BAFU (04.01.2009):**

Internationale Klimapolitik: Kyoto-Protokoll,  
<http://www.bafu.admin.ch/klima/00470/00488/index.html?lang=de>, (Stand: 07.09.2008)

#### **CO2 Handel.de – Das Infoportal zum Emissionshandel und Klimaschutz (04.02.2009):** EUA-

News KW 04/2008,

[http://www.co2-handel.de/article102\\_7891.html](http://www.co2-handel.de/article102_7891.html),  
(Stand: Februar 2008)

#### **CO2 Handel.de – Das Infoportal zum Emissionshandel und Klimaschutz (15.02.2009):** EUA-

News KW 07/2009,

[http://www.co2-handel.de/article102\\_10933.html](http://www.co2-handel.de/article102_10933.html)  
(Stand: 13.02.2009)

**Energie-Fakten (08.02.2009):** <http://www.energie-fakten.de>

#### **European Energy Exchange EEX (08.02.2009):**

EU Emission Allowances, Preise und Handelsvolumen,  
<http://www.eex.com/de/Marktdaten/Handelsdaten/Emissionsrechte/EU%20Emission%20Allowances%20%7C%20Spotmarkt>,  
(Stand: 06.02.2009)

#### **European Energy Exchange EEX (08.02.2009):**

EEX Produktbroschüre, EEX-Emissionsberechtigungen,  
[http://www.eex.com/de/document/4425/Konzept\\_CO2\\_Release\\_01A\\_20070111.pdf](http://www.eex.com/de/document/4425/Konzept_CO2_Release_01A_20070111.pdf), (Stand: 29.01.2007)

**European Energy Exchange EEX (08.02.2009):**

Indexbeschreibung,

<http://www.eex.com/de/document/4132/IndexBeschreibung.pdf>, (Stand:  
27.04.2006)

**Finanzen.net (27.12.2008):** Aktueller Ölpreis,

<http://www.finanzen.net/rohstoffe/oelpreis>, (Stand: 27.12.2008)

**Fröscher, Thomas (23.01.2009):** Was nutzen uns CO<sub>2</sub>-Zertifikate? Europa Universität

Viadrina, Schriftliche Arbeit in Energiewirtschaft. <http://www.wiwi.euv-frankfurt->

[o.de/de/lehrstuhl/fine/mikro/bilder\\_und\\_pdf-](http://www.wiwi.euv-frankfurt-o.de/de/lehrstuhl/fine/mikro/bilder_und_pdf-)

[dateien/SS07/VL\\_Energie/kurzreferate/Was\\_bringen\\_uns\\_CO<sub>2</sub>\\_\\_Semi](http://www.wiwi.euv-frankfurt-o.de/de/lehrstuhl/fine/mikro/bilder_und_pdf-dateien/SS07/VL_Energie/kurzreferate/Was_bringen_uns_CO2__Seminarbeit_.pdf) nararbeit\_.pdf,

(Stand: 04.07.2007)

**Jefferies (01.12.2008):** Reuters Jeffries CRB Index, <http://www.jefferies.com>, (Stand:

01.12.2008)

**Rolf Linkohr (2003):** Was hat es mit den handelbaren Emissionsberechtigungen auf sich?,

<http://www.energie-fakten.de/pdf/erdmann.pdf>

**Verband der Wirtschaft für Emissionshandel und Klimaschutz (2008):** CO<sub>2</sub>

Preisentwicklung,

<http://www.co2ncept-plus.de/preisentwicklung.0.html>

**Verband der Wirtschaft für Emissionshandel und Klimaschutz (2008):** Emissionshandel,

CDM, JI,

[http://www.co2ncept-plus.de/emissions\\_cdm\\_ji.0.html](http://www.co2ncept-plus.de/emissions_cdm_ji.0.html)

**Wirsching, Max (26.12.2008):** Determinanten der Preisbildung für Emissionsrechte (EU-Allowances) im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems. KfW Bankengruppe, Konzernkommunikation. Frankfurt am Main.

[http://www.kfw.de/DE\\_Home/Research/Sonderthem68/Klimaschutz91/Preisbildung\\_von\\_EUAs\\_041129.pdf](http://www.kfw.de/DE_Home/Research/Sonderthem68/Klimaschutz91/Preisbildung_von_EUAs_041129.pdf), (Stand: November 2004)

**WIWO (04.01.2009):** Komplexer Emissionshandel in der EU

<http://www.wiwo.de/technik/komplexer-emissionshandel-in-der-eu-307439/>,  
(Stand: 25.09.2008)

**Yahoo Finance (27.12.2008):** DJ Industrial Coal Index, <http://finance.yahoo.com>