

Anlagenspezifische Referenzformeln als Basis für die Allokation von CO₂-Emissionsberechtigungen

Von der Fakultät für Maschinenwesen
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zur Erlangung des
akademischen Grades einer Doktorin der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Anja Pauksztat

aus

Rüsselsheim

Berichter: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus Lucas
 Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kurt Kugeler

Tag der mündlichen Prüfung: 07. Dezember 2006

D 82 (Diss. RWTH Aachen)

Berichte aus der Energietechnik

Anja Pauksztat

**Anlagenspezifische Referenzformeln als Basis für die
Allokation von CO₂-Emissionsberechtigungen**

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2006

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-5848-1
ISSN 0945-0726

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand am Lehrstuhl für Technische Thermodynamik der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen in Kooperation mit der Firma EUtech Energie & Management GmbH in Aachen. Sie wurde im Rahmen des Projekts „Produktbezogene Referenzwerte zur Bestimmung von Emissionsintensitäten und zugehörigen Kostenreduktionspotenzialen in kmU“ aus Haushaltssmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. unter dem Forschungsvorhaben Nr. 158 Z über die Mitgliedsvereinigung Verein zur Förderung der Energie- und Umwelttechnik e.V. finanziell gefördert.

Herrn Professor Dr.-Ing. Klaus Lucas danke ich sehr herzlich dafür, dass er mir die Durchführung dieser Arbeit an seinem Lehrstuhl ermöglicht und durch vielfältige Anregungen zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat. Herrn Professor Dr.-Ing. Kurt Kugeler danke ich für sein Interesse an der Arbeit sowie für die Übernahme des Korreferats. Herrn Professor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder danke ich für die Bereitschaft, den Vorsitz der Prüfungskommission zu übernehmen.

Weiterhin danke ich allen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Technische Thermodynamik sowie meinen Kollegen bei der EUtech Energie & Management GmbH, für die gute Arbeitsatmosphäre und die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Ganz besonderer Dank gilt Frau Dr.-Ing. Isabel Kuperjans sowie Herrn Dr.-Ing. Jörg Meyer und Herrn Dr.-Ing. Martin Kruska, durch die ich in zahlreichen Diskussionen wertvolle Anregungen erhalten habe und die mir während unserer langjährigen Zusammenarbeit stets hilfreich zur Seite standen.

Allen Studenten, die mich durch ihre Studien- oder Diplomarbeiten und als studentische Hilfskräfte unterstützt haben, insbesondere Frau Barbara Kutsch und Herrn Simon Thomas, danke ich für die wertvolle Beiträge zu dieser Arbeit.

Mein Dank gilt nicht zuletzt meiner Familie für den Rückhalt und insbesondere meinem Mann Gregor für seine Liebe und uneingeschränkte Unterstützung.

Aachen, im Dezember 2006

Anja Pauksztat

Summary

Considering the rising efforts to ensure climate protection, the assessment of industrial installations regarding energy efficiency and CO₂ emissions becomes more and more important. The 1997 Kyoto Protocol commits countries to legally-binding targets to limit or reduce their greenhouse gas emissions and also introduces different mechanisms to reach these aims in a cost-effective way. The European Union has implemented an emissions trading system covering selected installations to lower the overall costs in achieving its Kyoto target. When designing such an emissions trading scheme, a fair treatment of the different actors concerned is important to ensure its general acceptance. Its basis is a transparent assessment of the emission intensity of each actor.

So far, however, for the design of the national allocation plans within the European emissions trading scheme little attention has been paid to the individual assessment of installations covered. Within this thesis a method is developed to allocate emission allowances based on reference equations. The equations contain the relevant influencing factors on energy demand and CO₂ emissions of the considered installation. By comparison with the actual energy efficiency and CO₂ emissions intensity the assessment of the installation becomes possible. Regarding the CO₂ emissions a distinction is made between energy related emissions and process related emissions. It is shown, that a reduction of process related CO₂ emissions can only be accomplished through a lower production. The allocation is determined by multiplying the benchmark of CO₂ emissions with the corresponding level of activity. While the reference equations reflect the technical efficiency of the installation, the level of activity can be determined with regard to political intentions. Thus, efficient installations could be rewarded by multiplying their level of activity with an additional efficiency factor greater than one.

The developed method is in principle applicable to any type of installation. To determine the reference equations a detailed knowledge of the process technology is necessary. To ensure an allocation adapted to the actual emissions, the data for the reference equations need to be determined as accurately as possible. As with any allocation via benchmarks, the accurate determination of the level of activity is crucial. Otherwise the allocation does not reflect the potential of the installation. Therefore, when forecasting the level of activity from historical data, a factor of prognosis might be necessary.

Taking the heat and power production as well as the glass industry as exemplary sectors, the reference equations and the related levels of activity are developed and analyzed with respect to their applicability. By comparison with other procedures of allocation the examples demonstrate that the developed method yields reasonable results and reflects the potential of improvement properly. At the same time, the equations need only few generally available data of the considered installation.

The new allocation method considers the actual technical potential of the individual installation. In contrast to an allocation based on historical emissions, an increase or decrease in production level can be adequately taken into account. Thus, the disadvantage for an efficient installation associated with a production increase is avoided as well as the advantage for inefficient installations associated with a production decrease. In addition, early action as well as the use of CO₂ neutral fuels are rewarded. In comparison with existing benchmark figures, the allocation based on the reference equations also yields better results. The consideration of installation specific factors, as shown in the case of cogeneration and flat glass production, increases the transparency and thus the general acceptance of the scheme. In summary, an allocation based on reference equations rewards efficient installations and obligates inefficient ones to reduce emissions; this corresponds exactly to the fundamental idea of an emissions trading scheme.

The parameters within the reference equations need to be adjusted regularly to ensure their actuality. Thereby, an adequate assessment and allocation of the considered installation is achieved. The revision of parameters can be based on literature data such as the BAT documentations of the European Union.

Inhalt

1	Einleitung	9
2	Hintergrund	11
2.1	Emissionshandel als umweltpolitisches Instrument.....	11
2.2	Emissionshandel in der EU.....	13
2.3	Problematik der Allokation	14
2.4	Allokation in Deutschland	17
2.5	Erfahrungen mit Benchmarks	21
3	Grundlagen des Allokationsverfahrens	25
3.1	Bilanzgrenzen	25
3.2	Einflussfaktoren	27
3.3	Kategorien	28
3.4	Referenzformeln	29
3.5	Aktivitätsniveau.....	31
4	Entwicklung des Verfahrens für ausgewählte Branchen.....	33
4.1	Energiewirtschaft	33
4.2	Glasindustrie.....	59
5	Anwendung des Allokationsverfahrens.....	77
5.1	Anlagen zur Wärmeerzeugung	77
5.2	Kraft-Wärme-Kopplung	87
5.3	Flachglas	103
5.4	Fazit.....	109
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	111
Literatur	113	
Anhang	119	
A	Glossar	119
B	Formelverzeichnis.....	121
C	Emissionsfaktoren.....	123
D	Glasbildende Reaktionen.....	124
E	Energiebedarf der Glasbildung	125
F	Eingangsdaten der Beispielanlagen	127
G	Ergebnisse der Beispielanlagen	130