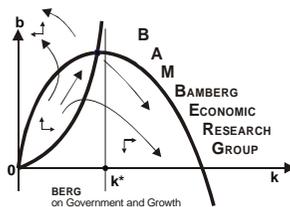


PUBLIC ECONOMICS SERIES

**BAMBERG ECONOMIC RESEARCH GROUP
ON GOVERNMENT AND GROWTH (BERG)**



FELIX STÜBBEN

**NEUE ANSÄTZE ZUR STEIGERUNG
DER ENERGIEEFFIZIENZ IN
HAUSHALTEN DURCH
STAATLICHE REGULIERUNG**

Editor of the Series:
Prof. Dr. Dr. h.c. Heinz-Dieter Wenzel
Director of BERG
Bamberg University
public-finance@uni-bamberg.de

Author:
Felix Stübben

ISBN: 978-3-931052-85-0

BERG-Verlag, Bamberg

Bibliographic information is published by Die Deutsche Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutschen National-
bibliografie; detailed bibliographic data is available in the Internet
<http://dnb.ddb.de>.

Zugl.: Bamberg, Univ., Diss., 2010

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilm or in any other way, and storage in data banks. Duplication of this publication or parts thereof is permitted only under the provisions of the German Copyright Law of September 9, 1965, in its current version, and permission for use must always be obtained from BERG-Verlag. Violations are liable for prosecution under the German Copyright Law.

BERG-Verlag Bamberg 2010

Our service provider for printing:
Buch bücher dd ag
<http://de.cpibooks.com/>

The use of general descriptive names, registered names, trademarks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use.

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als Promotionsstudent und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für VWL, insb. Finanzwissenschaft der Otto-Friedrich-Universität Bamberg (2006-2010).

Großer Dank gilt meinem Erstgutachter und Lehrstuhlinhaber Prof. H.-Dieter Wenzel für die jahrelange Unterstützung und Förderung während des Studiums der Finanzwissenschaft sowie natürlich während meiner Zeit als Promotionsstudent und wissenschaftlicher Mitarbeiter. Auch möchte ich mich bei meinem Zweitgutachter Prof. Dietmar Meyer für die Unterstützung und die vielen konstruktiven Fragen, Kommentare und Hinweise bedanken. In besonderer Weise sind meine Gedanken bei meinem Drittgutachter Prof. Johannes Schwarze, der zwei Tage nach meiner Disputation bei einem tragischen Verkehrsunfall unverschuldet ums Leben kam.

Besonderer Dank gilt meiner Frau Annamaria Pfeffer, die mich in der „heißen Phase“ mit kühlem Kopf sowie mit viel Geduld und Energie unterstützt hat,

meiner Familie, besonders meinen Eltern Waltraud und Wolfgang Stübben, die weit über den finanziellen Aspekt hinaus in Studium und während der Promotion für mich da waren,

meinen Kollegen und Freunden Kristina Zehmer, Jürgen Jilke, Oliver Hermsen, Holger Kächelein, Michael Teig, Jörg Lackenbauer, Judith Loschert u.v.m., die mir mit vielen hilfreichen Hinweisen und Kommentaren in den letzten Jahren geholfen haben die vorliegende Arbeit weiterzuentwickeln.

Vielen Dank!

Bamberg, den 20.10.2010

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Symbolverzeichnis.....	XI
1 Einleitung	1
2 Energieversorgung in Deutschland.....	6
2.1 Definitionen und Begriffsabgrenzung	6
2.2 Energieträger.....	9
2.2.1 Erdöl	9
2.2.2 Erdgas	13
2.2.3 Kohle	18
2.2.4 Kernenergie	21
2.2.5 Erneuerbare Energien	23
2.2.6 Strom	28
2.3 Resümee Kapitel 2.....	41
3 Ziele der Energiepolitik in der Europäischen Union	44
3.1 Problemstellung	44
3.2 Nachhaltigkeit.....	45
3.3 Wettbewerbsfähigkeit.....	51
3.4 Versorgungssicherheit	55
3.5 Resümee Kapitel 3.....	57
4 Regulierung zur Steigerung der Energieeffizienz	60
4.1 Definition und Abgrenzung zu anderen Konzepten	60
4.2 Entwicklung, Status quo und Perspektiven im Bereich Energieeffizienz in Deutschland	62
4.3 Probleme staatlicher Regulierung im Bereich Energieeffizienz.....	65

4.3.1	Mitnahme-Effekt	65
4.3.2	Rebound-Effekt	66
4.3.3	Excess Burden	68
4.4	Eingrenzung des Betrachtungsobjekts	68
4.5	Regulierungsinstrumente zur Steigerung der Energieeffizienz in Haushalten ..	71
4.5.1	Subventionen und Steuern	72
4.5.2	Standards	75
4.5.3	Informatorische Maßnahmen	77
4.5.4	Ausweitung der Verjährungsfrist für Gewährleistungsansprüche	79
4.5.4.1	Grundidee und theoretische Funktionsweise	80
4.5.4.2	Prüfung des Ansatzes durch Einführung konkreter Daten	89
4.5.4.3	Kombination mit weiteren regulativen Instrumenten	93
4.5.4.4	Selbstfinanzierte Garantiezeitverlängerung	101
4.5.4.5	Berücksichtigung der Strompreisentwicklung	105
4.5.4.6	Abweichende Ergebnisse für kleine und große Haushalte	121
4.5.4.7	Diskontierung anfallender Kosten während der Nutzungsdauer	126
4.5.4.8	Lebensdauerverteilung und Ausfallfunktion	129
4.5.4.9	Das Gesamtmodell unter Berücksichtigung von Erwartungswerten ..	140
4.5.4.10	Evaluierung der vorgeschlagenen Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz in Haushalten	146
4.5.4.11	Kosten-Nutzen-Analyse	155
4.6	Resümee Kapitel 4	166
5	Zusammenfassung und Ausblick	169
	Anhang	173
	Literaturverzeichnis	182

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Terminologie im Bereich Energieerzeugung	6
Abbildung 2: Endenergieverbrauch von Mineralölzeugnissen in Deutschland in Prozent und deutsche Rohöleinfuhren nach Herkunftsgebieten (2009)	11
Abbildung 3: Russlands Haupterdölexportpipelines	12
Abbildung 4: Endenergieverbrauch von Erdgas in Deutschland in Prozent und deutsche Erdgaseinfuhren nach Herkunftsgebieten (2009)	14
Abbildung 5: Russlands Anteil an Europas Erdgasimporten	15
Abbildung 6: Erdgaspipelines in Zentralasien	16
Abbildung 7: Stromerzeugung aus Kernenergie sowie Stromexport und -Import in Prozent der Bruttostromerzeugung in Deutschland (1990-2008)	23
Abbildung 8: Prognose: Anteil der Energieträger in Prozent des gesamten Energieverbrauchs in der Europäischen Union (1990-2030)	28
Abbildung 9: Einsatz von Energieträgern zur Stromerzeugung in Deutschland (1990-2008)	29
Abbildung 10: CO ₂ -Bilanzen ausgewählter Energieträger bei der Stromerzeugung (Gramm CO ₂ -Emission pro kWh Strom)	31
Abbildung 11: Preise für elektrischen Strom in Cent für mittlere Haushalte in Europa (2008)	33
Abbildung 12: Vereinfachtes Flussdiagramm Strommarkt	34
Abbildung 13: Prognose: Anteil der Energieträger in Prozent der gesamten Stromerzeugung in der Europäischen Union (2000-2030)	36
Abbildung 14: Energieproduktivität in Deutschland (1990-2008)	63
Abbildung 15: Mögliche Bereiche im Produktlebenszyklus zur Steigerung der Energieeffizienz	69
Abbildung 16: Auftretende Umweltbelastung im Lebenszyklus von Haushaltsgeräten in Prozent der Gesamtbelastung	70
Abbildung 17: Negative externe Effekte in der Produktion und Internalisierung mittels Pigou-Steuer	73
Abbildung 18: Beispiel Top-Runner-Ansatz für Datensatz Geschirrspüler	76

Abbildung 19: Break-even-Analyse mit zwei Produktvarianten unterschiedlicher Anschaffungspreise und Energieeffizienz.....	82
Abbildung 20: Erhöhung der Konsumentenpreise aufgrund längerer Gewährleistungszeiten.....	87
Abbildung 21: Wäschetrockner: Kaufpreise und jährliche Stromkosten in EUR.....	89
Abbildung 22: Wäschetrockner: Gesamtkosten in EUR bei konstantem Strompreis....	90
Abbildung 23: Wäschetrockner: Effekt einer Verlängerung der Gewährleistungsfrist von zwei auf fünf Jahre	92
Abbildung 24: Wäschetrockner: Effekt einer Verlängerung der Gewährleistungsfrist zusammen mit einer Subventionierung der effizienten Variante	94
Abbildung 25: Progressiver Grenztarifverlauf für Strom	95
Abbildung 26: Wäschetrockner: Effekt einer Verlängerung der Gewährleistungsfrist zusammen mit einer Besteuerung der ineffizienten Variante.....	99
Abbildung 27: Wäschetrockner: Effekt einer Verlängerung der Gewährleistungsfrist zusammen mit einer kombinierten Steuer-Subventionslösung	100
Abbildung 28: Wäschetrockner: selbstfinanzierte Garantiezeitverlängerung Fall 1)..	103
Abbildung 29: Wäschetrockner: selbstfinanzierte Garantiezeitverlängerung Fall 2)..	104
Abbildung 30: Lineare Strompreisentwicklung Deutschland in EUR (1991-2008)....	105
Abbildung 31: Progressive Strompreisentwicklung Deutschland in EUR (1991-2008)	106
Abbildung 32: Durchschnittliche Erstnutzungsdauer energieeffizienzrelevanter Haushaltsgeräte in Jahren	108
Abbildung 33: Wäschetrockner: linear steigender Strompreis und Subventionierung der effizienten Variante.....	109
Abbildung 34: Wäschetrockner: linear steigender Strompreis und Besteuerung der ineffizienten Variante	111
Abbildung 35: Wäschetrockner: progressiv steigender Strompreis und Subventionierung der effizienten Variante.....	112
Abbildung 36: Wäschetrockner: progressiv steigender Strompreis und Besteuerung der ineffizienten Variante	113
Abbildung 37: Einbaukühlschränke mit Gefrierfach: Kaufpreise und jährliche Stromkosten in EUR.....	114

Abbildung 38: Einbaukühlschränke mit Gefrierfach: linear steigender Strompreis und Subventionierung der effizienten Variante	116
Abbildung 39: Einbaukühlschränke mit Gefrierfach: progressiv steigender Strompreis und Subventionierung der effizienten Variante	117
Abbildung 40: Waschmaschinen: Kaufpreise und jährliche Stromkosten in EUR.....	119
Abbildung 41: Waschmaschinen: Gesamtkosten in EUR bei konstantem Strompreis	120
Abbildung 42: Wäschetrockner: linear steigender Strompreis und Besteuerung der ineffizienten Variante bei einem Zwei-Personen-Haushalt.....	122
Abbildung 43: Wäschetrockner: linear steigender Strompreis und Besteuerung der ineffizienten Variante bei einem Sechs-Personen-Haushalt.....	124
Abbildung 44: Effizienter Wäschetrockner und Diskontierung künftiger variabler Kosten (Gegenwartswert)	127
Abbildung 45: Wäschetrockner: Break-even-Analyse ohne und mit Diskontierung künftiger variabler Kosten ($r=0\%$, $r=2\%$).....	128
Abbildung 46: Ausfallraten in der Zuverlässigkeitstheorie: die „Badewannenkurve“	131
Abbildung 47: Verteilungs-, Zuverlässigkeits- und Dichtefunktion sowie Ausfallrate einer exponentialverteilten Lebensdauer ($\lambda=0,125$)	133
Abbildung 48: Verteilungsfunktion, Zuverlässigkeitsfunktion und Ausfallrate einer weibullverteilten Lebensdauer ($\lambda=0,125$, variierendes β)	135
Abbildung 49: Dichtefunktionen einer weibullverteilten Lebensdauer ($\lambda=0,5$, $\beta=0,5$; 1; 2 und 3)	137
Abbildung 50: Verteilungs-, Zuverlässigkeits- und Dichtefunktion sowie Ausfallrate einer exponentialverteilten Lebensdauer: Kühl-Gefriergeräte ($\lambda=1/14,6$)	139
Abbildung 51: Unterteilung der Break-even-Analyse für den Fall $t_{\max} > t_{be}$	143
Abbildung 52: Unterteilung der Break-even-Analyse für den Fall $t_{\max} < t_{be}$	144
Abbildung 53: Wirkung einer Subventionierung von V_h bei unterschiedlich großen Differenzen in den variablen Kosten	152

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tarifstaffelung einer selbstfinanzierten Garantiezeitverlängerung	102
Tabelle 2: Wäschetrockner: Zusammenfassung der Ergebnisse	114
Tabelle 3: Kühlschränke mit Gefrierfach: Zusammenfassung der Ergebnisse	119
Tabelle 4: Wäschetrockner: erwartete Kostenersparnis beim Kauf von V_h für unterschiedliche Haushaltsgrößen	148
Tabelle 5: Einbaukühlschrank mit Gefrierfach: Break-even-Laufzeiten und erwartete Kostenersparnis beim Kauf von V_h bei einer Gewährleistungsfrist von zwei Jahren ...	150
Tabelle 6: Einbaukühlschrank mit Gefrierfach: Break-even-Laufzeiten und erwartete Kostenersparnis beim Kauf von V_h bei einer Gewährleistungsfrist von fünf Jahren....	151
Tabelle 7: Prämienprogramm: Einsparung an Strom und CO ₂ -Äquivalenten durch Subventionierung hocheffizienter Kühl- und Gefriergeräte.....	157
Tabelle 8: Prämienprogramm: Transaktionskosten und Kosten durch Prämienzahlungen (in Mio. EUR).....	159
Tabelle 9: Prämienprogramm: Ausgabenseite des Staates (in Mio. EUR).....	161
Tabelle 10: Prämienprogramm: Einnahmeseite des Staates (in Mio. EUR)	161
Tabelle 11: Prämienprogramm: Kosten/Nutzen Haushalte (in Mio. EUR).....	162
Tabelle 12: Prämienprogramm: Bilanzierung Kosten/Nutzen (in Mio. EUR).....	163
Tabelle 13: Stromeinsparung und Minderemission an CO ₂ durch die Wahl von V_h ...	165

Abkürzungsverzeichnis

AEA	Austrian Energy Agency
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Bil.....	Billion
BioKraftQuG ...	Biokraftstoffquotengesetz
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BP.....	British Petroleum
BSH.....	Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH
BTL.....	Biomass-to-Liquid
CCS.....	CO ₂ Capture and Storage
CO ₂	Kohlendioxid
c.p.....	ceteris paribus
d	Nachfrage (demand)
DK.....	Durchschnittskosten
DME.....	Dimethylether
EBRD.....	European Bank for Reconstruction and Development
EBV	Erdölbevorratungsverband
EEG.....	Erneuerbare Energien Gesetz
EEX.....	European Energy Exchange
EG	Europäische Gemeinschaft

EU	Europäische Union
EUR	Euro (€)
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
GE	Grenzertrag
GF	Gewährleistungsfrist
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GK	Grenzkosten
GS	Grenzscha
GuD	Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke
GV	Grenzvorteil
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IEA.....	International Energy Agency
IGCC.....	Integrated Gasification Combined Cycle
IMF	International Monetary Fund
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kWh	Kilowattstunde
KWK.....	Kraft-Wärme-Kopplung
LPX.....	Leipzig Power Exchange GmbH
Mio.....	Million
Mrd.	Milliarde
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PAF	Preis-Absatz-Funktion
PrGK.....	Private Grenzkosten
RE	Rebound-Effekt

RÖE	Rohöleinheiten
s	Angebot (supply)
SKE	Steinkohleeinheiten
SOE	Staaten Südosteuropas
SozGK	Soziale Grenzkosten
SV	Stromverbrauch
UBA	Umweltbundesamt
UN	United Nations
USD	United States Dollar
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
wH	Wattstunde
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Symbolverzeichnis

λ	Skalenparameter zur Bestimmung einer Lebensdauerverteilung
β	Parameter zur Bestimmung der Ausfallrate bei weibullverteilter Lebensdauer
ΔCO_2	Minderemission an CO_2 -Äquivalenten
$E(\Delta K)$	Erwartungswert der Differenz der Gesamtkosten zwischen V_h und V_n
$E(T)$	Erwartete durchschnittliche Lebensdauer
$F(t)$	Verteilungsfunktion
$f(t)$	Dichtefunktion
g	Gewichtungsfaktor zur Einführung der Haushaltsgröße
$h(t)$	Ausfallrate
K_{fix}	Fixkosten
$K_h(t)$	Gesamtkosten der effizienten Variante
ΔK_{max}	Maximale Mehrkosten unmittelbar nach Ablauf der Gewährleistungsfrist
$K_n(t)$	Gesamtkosten der ineffizienten Variante
$\Delta K(t)$	Differenz der Gesamtkosten zwischen V_h und V_n zum Zeitpunkt t
$K_{\text{var}}(t)$	Variable Kosten in Abhängigkeit der Zeit
Δkwh	Differenz im Stromverbrauch zweier Produkte
kwh_h	Stromverbrauch der hocheffizienten Variante
kwh_n	Stromverbrauch der ineffizienten Variante
n	Klassenanzahl
P_h	Kaufpreis der hocheffizienten Variante eines Geräts
$p_{\text{lin}}(t)$	Linear steigender Strompreis

P_n	Kaufpreis der Variante eines Gerätes mit niedriger Energieeffizienz
$p_{\text{pro}}(t)$	Progressiv steigender Strompreis
$p_{t,t+1}$	Wahrscheinlichkeit des Ausfalls innerhalb eines Zeitintervalls $[t, t+1]$
r	Zinsrate
$R(t)$	Zuverlässigkeitsfunktion
S_d	Durchschnittlicher Stromverbrauch
sub	Subventionszahlung
ΔSV	Differenz im Stromverbrauch zweier Produkte über deren Lebensdauer
tax	Mengensteuer auf V_n
t_{be}	Break-even-Laufzeit
t_{max}	Maximale Laufzeit
T_R	Risikobehaftete Zeit
V_h	Hocheffiziente Variante eines Gerätes
V_n	Variante niedriger Energieeffizienz eines Gerätes
\bar{x}	Mittelwert der Stichprobe