

AZ 09360

Bewilligungsempfänger:

**Institut für Bau- und Grobkeramik GmbH
Dr.-Ing. Röhrs
Postfach 23 01**

99404 Weimar

Tel: 03643-552-101

Bewilligung: 28.09.95

Projektende: 12/96 (in Verbindung mit Verlängerung Projektlaufzeit AZ 1561)

Titel:

**Ökologisch-ökonomische Bilanzierung des Projektvorhabens der Firma
Ströher GmbH**

INSTITUT FÜR BAU- UND GROBKERAMIK GMBH

Bauhausstraße 7 b, 99423 Weimar

Telefon: 03643/ 552-0, Fax-Nr.: 03643/ 552-299

Ökologisch - ökonomische Bilanzierung

des Projektvorhabens Ströher GmbH :

"Errichtung einer dachkeramischen Produktionsstätte als Demonstrationsprojekt im Kreis Bautzen (Sachsen) mit dem Ziel, unter Einsatz neuartiger Technik eine Energie- und CO₂- Reduzierung zu erreichen"

AK. - Z: 01561

Auftraggeber: Deutsche Bundesstiftung Umwelt
An der Bornau 2
49090 Osnabrück

Auftragnehmer: Institut für Bau- und Grobkeramik GmbH
Bauhausstraße 7 b
99423 Weimar

Weimar, den 18. Dezember 1995



Dr.-Ing. Föhre
Geschäftsführer



Dr.-Ing. Hohmann
Bearbeiter

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung
2. Aufstellung einer Sachbilanz für das produzierende Werk
 - 2.1. Luftverunreinigung
 - 2.2. Energieverbrauch
 - 2.3. Abfallbelastung
 - 2.4. Wasserbelastung
3. Aufstellung einer Wirkungsbilanz
4. Ökologischer Vergleich
5. Ökologisch-ökonomische Bilanzierung des produzierenden Werkes auf der Grundlage aktueller Betriebsdaten
 - 5.1. Situationsanalyse zum aktuellen rechtlichen Stand der Einführung einer CO₂- Steuer
 - 5.2. Prognostische Einschätzung der ökologischen Entwicklung durch Dynamisierung der Grenzwerte nach TA Luft
 - 5.3. Verhältnis der aktuellen Betriebskosten zu den gesamtgesellschaftlichen Kosten
 - 5.4. Relativierung des Einflößniveaus der technologischen und der bau-technischen Entwicklung
6. Zusammenfassung
7. Literaturangaben

1. Aufgabenstellung

Im Projektantrag zum Demonstrationsprojekt der

Ströher GmbH
Werk Guttau
Baruther Straße
02694 Guttau- Kleinsaubernitz

wird die ökologische Dimension des Vorhabens unter Punkt 3.2. wie folgt dargestellt:

"CO₂- Emissionsminderung:

Die Reduzierung von Emissionen ist ein Thema, das in der Industrie in den nächsten Jahren aufgegriffen werden muß. Schon die Umwelt- und Entwicklungskonferenz in Brasilien hat gezeigt, daß eine Einigung und Lösung des Problems der CO₂- Minderung ein weltpolitisches Thema ist. In diesem Bereich ist - wie bekannt - die Bundesregierung ein Vorreiter. Ein Wegweiser zu diesem Ziel soll durch die optimale Ofen- und Trocknerkonzeption im Verbundsystem unter dem Einsatz modifizierter Brenntechnik im Demonstrationsprojekt vorgestellt werden, da aufgrund günstiger Energie-Einsätze zwangsläufig eine CO₂- Emissionsreduzierung erreicht wird. Somit setzt das Demonstrationsprojekt unserer Ansicht nach auf diesem Gebiet ein Zeichen für nachfolgende Produktionsstätten."

Da die CO₂- Emissionsminderung eine absolute und eine zur Ökonomie relative Dimension hat, ist eine vertiefende ökologisch - ökonomische Bilanzierung für eine weitere Beurteilung, insbesondere zu einer weiteren gesamt-gesellschaftlichen Förderung, notwendig. Die absolute Dimension besteht in dem Einfluß der CO₂- Emission auf die globale Klimagestaltung, die bislang für die CO₂- Emittenten der Industrie infolge nicht geschlossener Bilanzen ökonomisch nicht wirksam wurde.

Im Gespräch ist eine CO₂- Abgabe. Des weiteren gibt es in der Industriegesellschaft Prozesse mit CO₂- Emission auf die überhaupt nicht oder zur Zeit noch nicht verzichtet werden kann. Die relative Dimension besteht in der Herstellung, bzw. Wahrung marktwirtschaftlicher Relationen innerhalb der keramischen Branche durch Prognose der ökonomischen Folgen einer finanziellen CO₂- Abgabe bzw. zur Gewährung von zeitlichen und finanziellen Anpassungshilfen.

Die spezifische CO₂- Emission der Ziegelindustrie betrug 1990 nur noch 25 % der Menge von 1975. Diese wurde im wesentlichen durch den verstärkten Einsatz von CO₂- emissionsarmen Erdgas und erst in zweiter Linie durch die Senkung des spezifischen Energieverbrauches erreicht. Auch die Verpflichtung der Ziegelindustrie - im Zeitraum 1987 bis 2005 - in den alten Bundesländern bis 15 % und in den neuen Bundesländern eine bis 70 % weitere Senkung der spezifischen CO₂- Emission zu erreichen, beruht im wesentlichen auf Struktureffekte. Dabei wird auf die Kennziffer kg CO₂ /kg Ziegel für die spezifische CO₂- Emission abgestellt.

Volkswirtschaftlich relevant ist in der Regel dagegen nicht die Masse des Ziegelproduktes, sondern die mit einer bestimmten Masse keramischer Baustoffe belegbare Dachfläche, d.h. die aussagefähigere Kennziffer ist kg CO₂/m² Dachfläche. Damit wäre zu orientieren auf einen leichten, keramisch hochwertigen Dachziegel mit ausgefeilter Verlegetechnik.

Zu einer inneren Optimierung des Produktes Dachziegel und seiner Produktion gehört weiterhin die Transportoptimierung. Ebenfalls einzubeziehen ist die sekundäre CO₂- Belastung durch die thermische Dissoziation der Erdalkalikonarbonate.

Insgesamt gibt daher die vorliegende Aufgabenstellung vor, die Bewertung der Ströher-Technik für die Aussagen zur CO₂- Emissionsminderung in eine erweiterte Ökobilanzierung hineinzustellen.

Arbeitsschritte sind die Datenerhebung zur Sach- und Wirkungsbilanzierung mit nachfolgender Erstellung einer produktbezogenen Ökobilanz.

Die relevanten Zusammenhänge der Bilanzierung gemäß nachfolgender Zusammenhänge:

Kategorie	Zielbereich	Bezeichnung	Normierungsfaktor
1	R,Ö-	Inanspruchnahme von Ressourcen	Rohstoff/ Brennstoff/ Kraftstoff
2	R. Ö	Flächenbedarf	
3	M	Belästigungen (Lärm, Geruch)	Geruchsschwellenwerte
4	M	Arbeitsschutz	MAK-Werte
5	Ö, M	Abfall	
6	Ö	Abwasser	
7	Ö	Treibhauseffekt	CO ₂ -Äquivalente
8	Ö	Luftverunreinigung und Versauerung von Gewässern und Böden	Säure - Äquivalente

R = Ressourcen

M = Menschliche Gesundheit

Ö = Ökologische Gesundheit

werden dahingehend präzisiert, daß ausschließlich die Aspekte der ökologischen Gesundheit (Ö) zur Aussage herangezogen werden und dabei weiterhin der absolute Betrag der Einsparung an Rohstoff und Bebauungsfläche außer Acht gelassen wird. Bezüglich des Produktes Dachziegel wird von zur Zeit gültigen DIN- Vorschriften ausgegangen.

2. Aufstellung einer Sachbilanz für das produzierende Werk

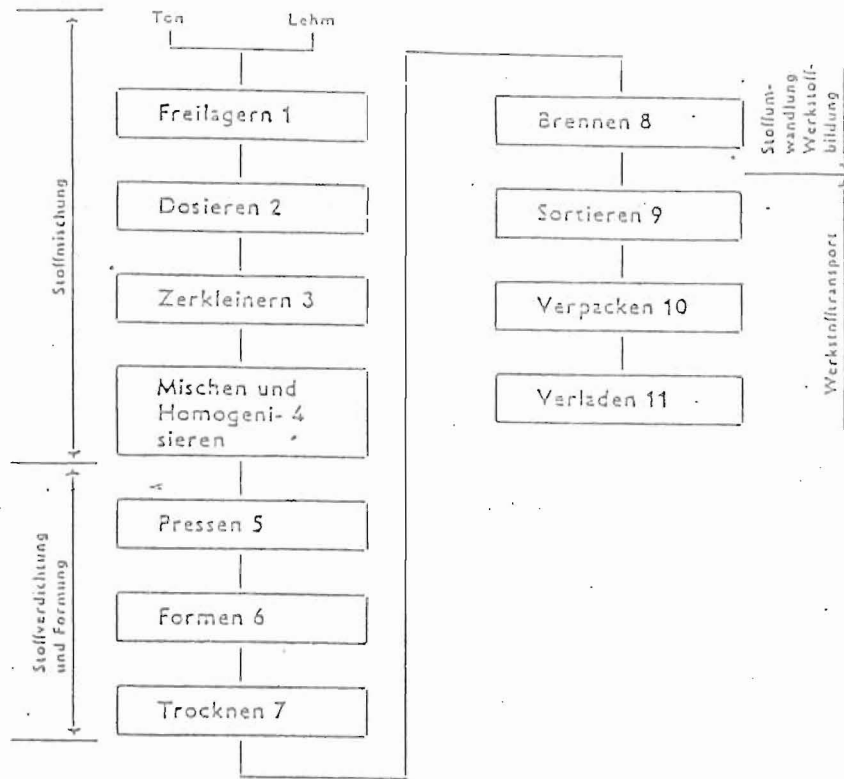
Die Produktionsstätte im sächsischen Guttau wurde umweltverträglich auf einem ca. 60 000 m² großen Werksgelände eines ehemaligen Industriestandortes mit Gleisanschluß erbaut. Die Umweltfreundlichkeit wird nicht allein durch eine den neuesten technischen Entwicklungen entsprechende Rauchgasreinigungsanlage dokumentiert, sondern auch durch den niedrigen Energieverbrauch. So ist der Primärenergiebedarf auf Grund des Schnellbrand- Tunnelofens (Vogel & Noot, Österreich), der erstmalig in der gesamten Dachziegelbranche ohne feuerfeste Brennhilfsmittel betrieben wird, deutlich niedriger als bei herkömmlichen Brenntechniken.

Hochwertige, rot brennende keramische Tone aus der Lausitz sind Grundlage für die Qualität der Kera-Biber. Auf Grund der Produktionstechnik ist es möglich, ohne Engoben keramische Biberschwanzziegel in verschiedenen Farben und geringer Materialstärke mit niedrigem Quadratmeter-Gewicht herzustellen. In diesem sächsischen Werk werden ca. 30 heimische Mitarbeiter rund 15 Mio Stück Kera-Biber pro Jahr fertigen.

Die wesentlichen Vorteile der eingesetzten Technologie liegen nach Angaben des Betreibers in folgenden Bereichen:

- Steifverpressung;
- Nutzung der Preßwärme als Beitrag zur Trocknung;
- Wegfall der Revolverpresse;
- Wegfall der Formlingsträger durch eigensteife Formlinge;
- Wegfall der Brennhilfsmittelkassetten, dadurch geringere aufzuheizende Massen und einfachere Anlage;
- Integration von Ofen und Trockner in einem geschlossenen System zur Minimierung des Energieaufwandes für die Trocknung.

Vergleiche hierzu nachfolgend den Verfahrensstammbaum dieser Neuanlage:



4*

Abb. 1 Verfahrensstammbaum für Neuanlage Werk Guttau

Die nachfolgenden Bilanzierungen bauen auf Angaben des Betreibers vom 06.12.95 auf [1].

2.1. Luftverunreinigung

Die Konzentration der anorganischen, gasförmigen Schadstoffe im Abgas (Reingas nach dem Kalksteinschüttfilter) betragen gemäß Genehmigungsbescheid nach BImSchG für das Werk Guttau:

$$\text{HF} = 5 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{HCl} = 0 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{SO}_x \text{ als SO}_2 = 500 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{NO}_x \text{ als NO}_2 = 200 \text{ mg/m}^3$$

↑
Abgas

Die spezifische, trockene Abgasmenge beträgt:

$$2,274 \text{ Nm}^3/\text{kg Brenngut.}$$

Für die CO₂ - Bilanz des Produktionsprozeß keramischer Dachziegel sind nachfolgende Vorgänge zu betrachten:

- Thermische Dissoziation des Karbonats des Rohstoffes,
- Verbrennung von Erdgas zur Wärmeerzeugung,
- Verbrauch von Elektroenergie,
- Einsatz von Kraftstoffen.

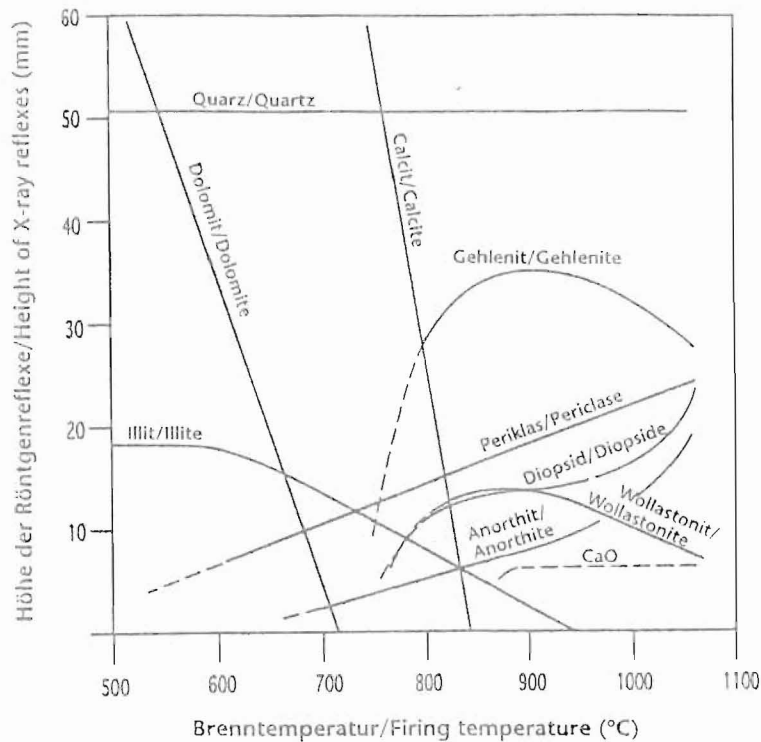


Abb. 2 : Veränderungen in der Mineralzusammensetzung in Funktion zur Brenntemperatur. Diagramme mit Röntgendiffraktometer an Probestkörpern einer Dachziegelmischung [2].

Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Mineralzersetzung und die Mineralneubildung in einer erdalkal karbonathaltigen Dachziegelmasse beim keramischen Brand. Unabhängig vom Mineralbestand ist die 100-%ige CO₂- Freisetzung aus dem Rohstoff nachzuweisen. Die in dieser Publikation nachgewiesene Eignung stark erdalkal karbonathaltiger Tone zur Dachziegelproduktion ist im Zusammenhang mit der CO₂- Freisetzung kritisch zu betrachten.

Für die Versatzmasse des Dachziegelwerkes Guttau wird nachfolgende chemische Analyse (in Masse- %) angegeben:

Na ₂ O	0,01 %
MgO	1,27 %
CaO	0,89 %
Al ₂ O ₃	27,82 %
SiO ₂	58,77 %
K ₂ O	1,68 %
TiO ₂	2,05 %
Fe ₂ O ₃	7,50 %
Glühverlust	7,60 %.

Daraus ermittelt sich eine spezifische CO₂- Freisetzung aus dem Rohstoff von 21 g CO₂ /kg Brenngut.

(Bei Einsatz karbonatreicher Rohstoffe mit z.B. 15 Masse-% CaCO₃ sind CO₂- Freisetzungen in der gleichen Größenordnung wie aus dem Energieverbrauch zu erwarten).

Das CO₂- Potential von 0,055 kg CO₂/MJ für den Brennstoff Erdgas wurde Unterlagen des Ministeriums für Wirtschaft entnommen [3].

Für einen Primärenergieeinsatz zum Trocknen und Brennen von 2 467 kJ/kg Brenngut errechnet sich eine spezifische CO₂- Freisetzung aus der Erdgasverbrennung von 136 g CO₂/kg Brenngut.

Die spezifischen CO₂- Emissionen pro kWh Strom von effizienten Braunkohle - Kraftwerken (mit Wirkungsgraden von 42 %) wird mit 0,98 kg CO₂ - Äquivalent/kWh angegeben [4].

Mit einem spezifischen Elektroenergieverbrauch von 2,49 kWh/kg BG ermittelt sich für den Elektroenergieverbrauch eine spezifische CO₂- Freisetzung von 102 g CO₂/kg Brenngut.

Für den Dieselverbrauch mit 17 kJ/kg Brenngut wird mit einem CO₂- Potential von 80 t CO₂ /TJ ein spezifischer CO₂- Anteil von 1 g CO₂/kg Brenngut errechnet.

Zusammenfassend ermittelt sich eine spezifische CO₂- Belastung von

// 260 g CO₂/ kg gebrannte Dachziegel. //

2.2. Energieverbrauch

- Brennstoffart	Erdgas
- Heizwert (H_u)	35 890 kJ/Nm ³
- Primärenergieeinsatz zum Trocknen und Brennen	2467 kJ/kg Brenngut
- Elektroenergieverbrauch	374 kJ/kg Brenngut
- Kraftstoffverbrauch für Transport	17 kJ/kg Brenngut.

2.3. Abfallbelastung

Trocken- und Brennbruch werden im betrieblichen Kreislauf geführt. Für den Rückstand aus der kalksteinbeschickten Rauchgasreinigungsanlage wird Entsorgung als Sonderabfall angesetzt. Es fallen Rückstandskalke in der Menge von 0,6 g/kg Brenngut an. Andere Abfallarten treten im Produktionsprozeß nicht auf.

2.4. Wasserbelastung

Eine Wasserbelastung der Umwelt aus der Dachziegelproduktion tritt nicht auf.

4. Ökologischer Vergleich

Die Wirkungsbilanz zeigt, daß nach gegenwärtig geltenden Maßstäben der Hauptanteil (81 %) der Ökobelastung der Dachziegelproduktion durch Luftverunreinigung verursacht wird.

Nach gegenwärtiger Wichtung bleibt das CO₂ in der Ökobilanz untergeordnet. Bei einer fiktiven Erhöhung des Öko-Faktors für CO₂ von 3,60 E- 02 auf 3,60 E - 1 erhöht sich die anteilige Ökobelastung durch das CO₂ von 9 auf 90 Öko- Punkte und damit verschlechtert sich die Gesamtbilanz um ca. 100 %.

Karbonatreiche Rohstoffe belasten die Ökobilanz beträchtlich und sollten perspektivisch vermieden werden, bzw. mit verbesserten Brennverfahren behandelt werden.

Die Luftschadstoffe HF, HCl, SO_x und NO_x sind im wesentlichen rohstoffverursacht und können darüber hinaus durch gängige Abgasreinigungsanlagen nahezu beliebig zurückgehalten werden.

Die CO₂ - Emission aus der Brutto-Energie ist hauptsächlich über den spezifischen Wärmeverbrauch beeinflussbar. Für die Anrechnung des CO₂- Anteiles der Elektroenergie ist vorliegend das CO₂- Äquivalent eines Braunkohlenkraftwerkes (Standort Lausitz) angenommen worden. Zur Entlastung des CO₂- Potentials der Dachziegelproduktion kann auch hier eine MIX-Rechnung angestrebt werden.

Aus ökologischer Sicht besteht daher die Optimierungsaufgabe vorrangig in der Senkung der CO₂- Emission (Treibhauseffekt) und der Senkung der Emission der Säurebildner SO_x, NO_x und HF (Versauerungseffekt für Luft, Wasser und Boden).

5. Ökologisch-ökonomische Bilanzierung des produzierenden Werkes auf der Grundlage aktueller Betriebsdaten

Eine ausgewogene Bewertung, die bei konkurrierenden Herstellungsverfahren bzw. Produkten tendenziell weder zur Benachteiligung noch Bevorzugung führt, verlangt beim Kosten-Nutzen-Vergleich von den gesamten Kosten der Gesellschaft, d.h. von den internen zuzüglich externen Kosten auszugehen [7]. Dann entwickelt sich die bisher vorherrschende betriebswirtschaftliche Bewertung zu einer übergeordneten gesellschaftlichen Bewertung weiter. Im Maße der praktischen Einbeziehung externer Effekte (beispielsweise durch die Dynamisierung der Grenzwerte der TA Luft oder durch die Einführung einer CO₂- Steuer) bildet sie sich heraus.

Dabei genügt es, nur die Kostenseite im Blick zu haben, da sich in der Regel positiver Nutzen durch negative Kosten gleichsetzen läßt (vgl. Abb.3).

Praktisch ergibt sich die größte Inkonkurrenz zwischen individueller und gesellschaftlicher Bewertung für folgende alternative Kostenkonstellation:

Die internen (bezahlten) Kosten liegen gegenüber der Basisvariante höher und sind nicht mehr durch das gegenwärtige Preis- bzw. Erlösniveau gedeckt.

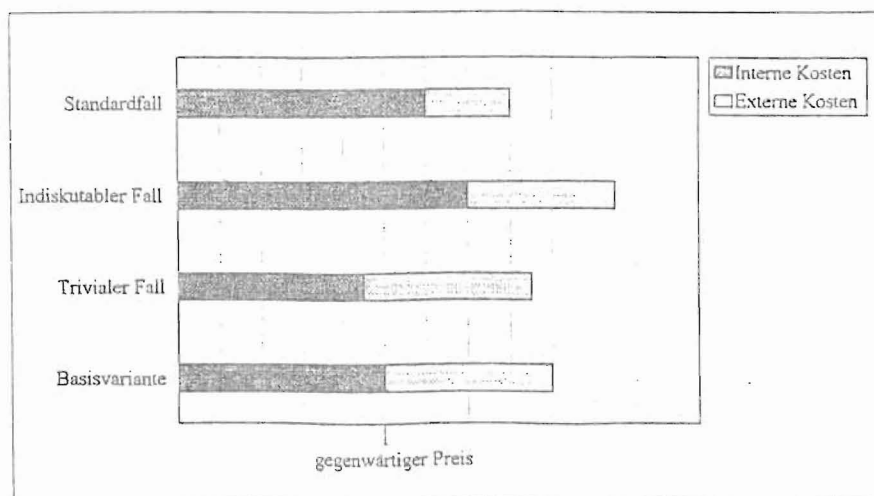


Abb. 3 Kostenkonstellationen bei Alternativlösungen

Aus der Sicht der Unternehmen bedeutet das eine geringere Effizienz und spricht nicht für die Realisierung. Dennoch kann die Lösung gesellschaftlich vorteilhaft sein. Notwendig ist hierfür, daß die saldierten externen (postiven und negativen) Kosten den bezahlten Mehrverbrauch zumindest kompensieren, somit die Gesamtkosten fallen.

Dabei ist zunächst unerheblich, um welche Formen der Alternativlösungen es sich handelt, ob die Substitution des Energieträgers oder die Einführung neuer Technologien oder Maßnahmen der erzeugnis- und bautechnischen Optimierung in Frage kommen. Auf die Wirtschaftlichkeit hat es auch keinen Einfluß, ob die Kosten nun hauptsächlich laufenden Aufwand oder einmaligen Fondsvorschuß bedeuten. (Im Entscheidungsprozeß für oder gegen eine Alternativlösung kann das allerdings von Bedeutung sein).

Trivial ist die Entscheidungssituation, bei der gegenüber der Basisvariante sowohl die internen als auch externen Kosten niedriger sind. Dann liegen auch die gesellschaftlichen Gesamtkosten unter dem vorgegebenen Gesamtniveau, und die internen Kosten werden durch das gegenwärtige Preis- bzw. Erlösniveau abgedeckt. Diese Lösung wäre im individuellen und gesellschaftlichen Interesse die günstigste und daher vorzugsweise zu realisieren. Sie ist konkurrenzlos.

Indiskutabel aus wirtschaftlichen Gründen erscheint schließlich der Fall, daß die Gesamtkosten und jeweils auch die internen sowie externen Bestandteile höher liegen. Eine solche Alternative macht nur Sinn, wenn andere Aspekte hierüber entscheiden, beispielsweise die Versorgungssicherheit oder die Absicherung eines langfristigen Marktzutritts.

In diesem aufgezeigten Rahmen soll nachfolgend die ökonomische Zuordnung des Demonstrationsobjektes Ströher erfolgen.

5.1. Situationsanalyse zum aktuellen rechtlichen Stand der Einführung einer CO₂-Steuer

Die EG- Kommission hat 1993 einen Vorschlag zur Einführung einer harmonisierten CO₂-/Energiesteuer vorgelegt, der ab 1993 eine Steuer von drei US-Dollar pro Barrel Öl vorsah und die in der Folge bis zum Jahr 2000 auf zehn US-Dollar erhöht werden sollte. Dieser Vorschlag scheiterte an dem entschiedenen Widerstand einzelner Mitgliedsländer. Ein daraufhin von der EU- Kommission modifizierter Richtlinienentwurf zur Einführung einer CO₂-/Energiesteuer sieht insbesondere folgendes vor:

- Vom 1.1.1996 bis 1.1.2000 soll eine Übergangsphase gelten, in der die Mitgliedsstaaten eine CO₂-/Energiesteuer einführen können.
- Ab dem 1.1. 2000 soll eine EU-weite CO₂-/Energiesteuer eingeführt werden. Hierzu ist erneut ein einstimmiger Beschluß des Rates erforderlich.
- Der Grundsatz der Konditionalität wird für die Übergangszeit aufgehoben; D.h. die Einführung der Steuer wird nicht davon abhängig gemacht, daß in der OECD ebenfalls eine derartige Steuer eingeführt wird.
- Sonderregelungen für energieintensive Bereiche bleiben erhalten. Danach besteht die Möglichkeit der Steuerbefreiung bzw. -reduzierung und zur Verrechnung von Investitionen und CO₂-/Energiesteuerschuld.
- Es ist vorgesehen, Kohle, Gas, Mineralöl und Strom zu besteuern. In der Übergangsphase werden keine verbindlichen Steuersätze festgelegt. Es sind lediglich Zielraten ("Target rates") vorgesehen: Sie belaufen sich auf 9,37 ECU je Tonne CO₂- Emission und 0,7 ECU je GJ Energiegehalt. Diese Steuersätze sollen von den Mitgliedsstaaten am Ende der Übergangszeit zum 31.12.1999 erreicht werden; sie sind nicht verbindlich.
(1 ECU etwa 1,88 DM)

Die 1. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention vom 28. März bis 07. April 1995 in Berlin bezeichnete in ihrem Abschlußdokument die bisherigen Verpflichtungen als dem Problem nicht angemessen und vergab ein Mandat zur Ausarbeitung schärferer und detaillierter Reduktionsverpflichtungen.

5.2. Prognostische Einschätzung der ökologischen Entwicklung durch Dynamisierung der Grenzwerte nach TA Luft

Die Ströher GmbH betreibt im Werk Guttau eine nach der 4. BImSchV, Nr. 2.10. des Bundesimmissionsschutzgesetzes genehmigungsbedürftige Anlage zum Brennen keramischer Erzeugnisse.

In der Bundesrepublik Deutschland gelten für die Säurebildner folgende Emissionswerte [6]:

(Alle Konzentrationen beziehen sich derzeit nach Abschnitt 3.3.2.10.1 bzw. 3.3.2.7.1 der TA Luft bei kontinuierlich betriebenen Brennanlagen auf einen O₂-Gehalt von 18 Vol.-% Normzustand, trocken.)

<i>Fluorwasserstoff</i>	<i>5 mg/m³</i>
Fluor und seine dampf- oder gasförmigen Verbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	

<i>Chlorwasserstoff</i>	<i>30 mg/m³</i>
Dampf- oder gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff	

<i>Schwefeloxide, angegeben als SO₂</i>	
- bei einem S- Gehalt des Rohstoffes von < 0,12 %	<i>0,50 g/m³</i>
- bei einem S- Gehalt des Rohstoffes	<i>1,5 g/m³¹⁾</i>

¹⁾ Der Länderaustausch für Immissionsschutz (L AI) hat zur Konkretisierung der in der TA Luft [7] enthaltenen Dynamisierungsklauseln im Hinblick auf einen bundeseinheitlichen Vollzug folgende Empfehlungen beschlossen:

- Neuanlagen: 0,50 g SO₂ / m³,
- Altanlagen: wie Neuanlagen, Ausnahme Ziegeleien; hier Einzelfallprüfung mit Zielwert 0,50 g SO₂/m³

Stickstoffoxide, angegeben als NO₂ 0,50 g/m³

Dieser Emissionswert wird in Anlagen der keramischen Industrie mit Ausnahme von Brennanlagen zur Herstellung von keramischen Rohstoffen ohne besondere Minderungsmaßnahmen eingehalten bzw. deutlich unterschritten.

Kohlendioxid entfällt

Emissionsgrenzwerte für CO₂ werden nicht vorgegeben.

Die VDI 2585 [8] gibt nachfolgende Betriebsdaten der Rohgaswerte von gasbefeuerten Brennöfen für Ziegeleiprodukte an:

Emissionskomponenten	mg/m ³
anorganische gasförmige Fluorverbindungen angegeben als HF	1 - 120
anorganische gasförmige Chlorverbindungen, angegeben als HCl	1 - 20
Schwefeloxide, angegeben als SO ₂ Rohstoff- S- Gehalt < 0,12 %	10 - 300
Stickstoffoxide, angegeben als NO ₂	2 - 120
Kohlendioxid, CO ₂	-

Eine fiktive Dynamisierung der Emissionsgrenzwerte für

HF von 5 auf 3 mg/m³

HCl von 30 auf 10 mg/m³

SO_x von 500 auf 200 mg/m³

NO_x von 200 auf 100 mg/m³

würde entsprechend Öko-Bilanz nach P. 3 folgende Belastungsänderung bringen:

	Öko- Punkte		
	TA Luft	Istwerte	dynamisiert
HF	16	16	10
SO _x	26	26	10
NO _x	48	19	10
Summe	90	61	30

Die Ökobelastung durch die Säurekomponenten verringert sich in der Reihenfolge TA- Luft- Grenzwerte / Istwerte Werk Guttau / dynamisierte Werte von 90 auf 61 auf 30 Öko-Punkte. Hier liegen echte Kompensationsmöglichkeiten für evtl. übersteigerte Anforderungen aus der CO₂- Problematik.

5.3. Verhältnis der aktuellen Betriebskosten zu den gesamtgesellschaftlichen Kosten

Bei Abgabe der Kera-Biber wurden 1995 0,388 DM/kg Brenngut realisiert. Das Gewicht der Dachbedeckung mit Kera-Biber beträgt 0,594 kN/m². Zur Deckung der gesamtgesellschaftlichen Kosten wird von der fiktiven Annahme ausgegangen, daß sich die CO₂- Steuer alle 5 Jahre verdoppelt. Ausgangspunkt sind 9,37 ECU pro t CO₂. Daraus ergibt sich folgende Progression:

Jahr	Preis		Preissteigerung auf
	DM/kg Brenngut	DM/m ² Dachfläche	
1995	0,388	23.047	-
2000	0,392	23.287	101 %
2005	0,400	23.527	102 %
2010	0,404	24.007	104 %
2015	0,420	24.967	108 %
2020	0,452	26.887	117 %
2025	0,516	30.727	133 %
2030	0,644	38.407	166 %

Die externen Kosten für die CO₂- Freisetzung sind gegenwärtig auch nicht annähernd einzugrenzen. Das sie einen starken Einfluß nehmen werden, ist evident. Jedoch ist auch hier die Zeitschiene nicht kalkulierbar. Mit ca. 1 % Kostenanteil der bis zum Jahre 2000 veranlagten CO₂- Steuer bleibt das Demonstrationsobjekt Ströher im Dachziegelwerk Guttau gemäß Aussage der Abb. 3 ökologisch ein trivialer Fall: Die technologischen Verbesserungen wirken sich direkt als Senkung des gegenwärtigen Preises und damit als Verbesserung der Wettbewerbschancen aus. Bei der oben fiktiv angenommenen Besteuerungsprogression

wird der Standardfall, d.h. der absolute Abbau der externen Kosten nicht vor dem Jahre 2010 möglich sein.

5.4. Relativierung des Einflusses der technologischen und der bautechnischen Entwicklung

Im bisher gültigen Richtlinien- und Vorschriftenwerk gibt für die ökologische Belastung aus technologischer Varianz die VDI 2585 über "Emissionsminderung keramische Industrie" für den Dachziegel einen spezifischen Wärmebedarf für das Trocknen und Brennen, bezogen auf Brenngut ohne Brennhilfsmittel, von

(1750 - 2800) kJ / kg Brenngut

an. Unter Hinzuziehung der Aussagen der Kapitel 2 und 3 des vorliegenden Berichtes ergibt sich für das CO₂- Äquivalent der keramischen Dachziegelproduktion eine Varianz von

(0,2 - 0,3) kg CO₂ / kg Brenngut.

Zur ökologischen Belastung aus erzeugnisteknischer und bautechnischer Varianz weist die DIN 1055, Teil 1 für Eigenlasten von Dachdeckungen Werte zwischen 0,50 kN/m² bis 0,95 kN/m² aus.

Die bautechnisch bedingte Varianz, aus z.B. der Dachneigung, liegt bei einer Eigenlast der Ziegeldeckung nach DIN 1055 von 0,50 kN/m² zwischen 0,51 kN/m² und 0,78 kN/m². Nach diesen DIN- Vorgaben sind Gewichte je m² Grundfläche bei gestaltungsbedingter Eigenlast der Ziegeldecke zwischen (0,50 - 0,75) kN/m² und Dachneigung zwischen (10 - 50)° von

(0,51 - 1,17) kN/m² Grundfläche

realisierbar.

Es wird folgende Optimierungsaufgabe formuliert:

1)

$$\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg Brenngut}} \times \frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^2 \text{ Dachfläche}} = \text{KCO}_2 \text{ gegen Null}$$

Mit den o.g. ökologischen Varianzen ermittelt sich der mögliche Kohlendioxid - Koeffizient zu

$$\text{KCO}_2 = 2 - 11.$$

Für das Ströher-Demonstrationsprojekt liegt dieser Wert für eine Eigenlast von $0,594 \text{ kN/m}^2$ bei

$$\text{KCO}_2 = 4,1 - 6,2.$$

Im Vergleich dazu liegt die traditionellen Dachziegelproduktion bei

$$\text{KCO}_2 = 5,4 - 8,3.$$

1) Dachfläche hier im Sinne überdachter Grundfläche

6. Zusammenfassung

Nach zur Zeit geltenden Bewertungsmethoden spielt das CO_2 in der Öko-Belastung der Dachziegelproduktion eine untergeordnete Rolle.

Perspektivisch wird im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt eine ökologische Höherbewertung bis auf 40 % - Anteil an der gesamten Öko-Belastung prognostiziert. Damit wird jener Anteil der Brutto-Energie bei der Herstellung keramischer Dachbedeckung, der über die Luftverunreinigung wirksam wird, zum Hauptgegenstand ökologisch-ökonomischer Optimierung. Aus gesamtgesellschaftlicher Sicht ist die Optimierung in technologischer und bautechnischer Richtung zu betreiben. Es wird vorgeschlagen, die Beurteilung durch einen CO_2 -Koeffizienten, der aus dem Produkt der beiden spezifischen Kennziffern des CO_2 -Äquivalents der Ziegelproduktion und des CO_2 - Äquivalents der Ziegelanwendung nach folgender Zahlenwertgleichung zu bilden ist:

$$\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg Brenngut}} \times \frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^2 \text{ Dachfläche}} = \text{KCO}_2 \text{ gegen Null}$$

Die Optimierungsaufgabe bedeutet dann:

$$KCO_2 \rightarrow \text{Null.}$$

Aus dem Stand der Technik der Dachziegelproduktion und Dachziegelanwendung sowie zur Zeit geltender Vorschriften und Richtlinien ergeben sich Werte für :

Gesamte Varianz	$KCO_2 = 2 - 11, \approx 6,5$
Traditionelle Dachziegel	$KCO_2 = 5,4 - 8,3, \approx 6,85$
Kera-Biber Ströher	$KCO_2 = 4,1 - 6,2, \approx 5,15$

Damit erfüllt das Demonstrationsobjekt den Anspruch auf Vorbild.

7. Literaturangaben

- [1] Betriebsdaten der Ströher GmbH, Werk Guttau
Baruther Straße 18, 02694 Guttau- Kleinsaubernitz vom 06.12.1995.
- [2] Verfolgung der Reaktionsvorgänge beim Brennen karbonathaltiger Ziegelmischungen mit Hilfe der Kathodenlumineszenz.
Mumenthaler, Th. u.a. , ZI 5/95, S. 307- 318.
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft, Referat Öffentlichkeitsarbeit
Bonn: Energiedaten 92/93.
- [4] Ökologische Perspektiven zur Kohlenutzung in Deutschland.
Kaschenz ,H. und W.D. Glatzel
Energieanwendung 44, Heft 3/1995, S. 53.
- [5] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft:
"Methodik für Ökobilanzen auf der Basis ökologischer Optimierung"
Schriftenreihe Umwelt Nr. 133, Oktober 1990, Bern/Schweiz.
- [6] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift
zum Bundes- Immissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft)
v. 27. Februar 1986 (GMBI. S. 95)

- [7] Weisheimer, M.: Zum Beitrag ökonomischer Bewertungen in der Energiewirtschaft.
Energieanwendung (44), Heft 3/1995, S. 8 - 12.

- [8] VDI- Richtlinie 2585
"Emissionsminderung keramische Industrie"
Oktober 1993.