

# Energieforschung und Industrie

## Stand der sozioökonomischen Forschung in der Industrie

Referat von Dr. Ruedi Meier

Programmleiter sozioökonomische Energieforschung (SöEF)

anlässlich des Workshops über sozioökonomische Energieforschung in der  
Industrie vom 17. November 1994 in Olten

Meine Ausführungen möchte ich wie folgt gliedern:

1. Allgemeiner Überblick über die energiebezogene Forschung in der Industrie
2. Übersicht zur sozioökonomischen Energieforschung
3. Sozioökonomischen Forschung in der Industrie
4. Schlussfolgerungen

### **1. Forschung und Energieforschung**

Zur Energieforschung in der Industrie und zugunsten der Industrie bestehen zwei Quellen. Einerseits kann auf die Erhebung des Bundesamtes für Statistik in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Handels- und Industrieverein (Vorort) zurückgegriffen werden. Andererseits nimmt das Bundesamt für Energiewirtschaft periodische Erhebungen über die Energieforschung in der Schweiz vor. Aufgrund dieser Quellen sind folgende Feststellungen zu machen:

#### **1.1 Verteilung der Aufwendungen für Forschung und Entwicklung 1992**

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Ziele sowie die Mittelverwendung in einzelnen Wirtschaftszweigen für die Forschung und Entwicklung in der Schweizer Industrie. Daraus ist ersichtlich, dass für das Jahr 1992 insgesamt 6370 Mio. Franken für die Forschung ausgegeben wurden. An erster Stelle steht dabei die industrielle Produktion und die Technologie (24%). An zweiter Stelle folgen Schutz und Förderung der menschlichen Gesundheit (20%) und an dritter Stelle die Erzeugnisse der chemischen Industrie mit 19%. Die Energie, worunter die Erzeugung, die Verteilung und die rationelle Nutzung verstanden wird, folgt mit 11% oder rund 650 Mio. Franken. Dieser Betrag

darf als erheblich bezeichnet werden. Immerhin ist festzustellen, dass im Vergleich zur Erhebungsperiode 1989 eine Abnahme des gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwandes um 9% stattgefunden hat. Allerdings kann aufgrund der vorliegenden Publikation nicht festgestellt werden, inwiefern dies auch für die Energie zutrifft.

Tabelle T1

**T1 Verteilung der Intramuros-Aufwendungen für F+E 1992 nach dem F+E-Ziel und den Wirtschaftszweigen (in%)**

Ziele der F+E	Wirtschaftszweig										
	Masch. Metall	Elektr.	Chemie	Uhren	Textil Bekleid.	Nahrungsmittel	Papier, Kunstst.	Baugewerbe	Techn. Dienstl.	Forsch.-labors	Total
Erforschung und Nutzung der irdischen Umwelt	0	0	0	-	-	0	-	5	1	1	0
Infrastruktur und Raumplanung	0	1	0	-	-	0	9	0	2	1	1
Fernmeldesysteme	1	20	0	8	-	-	0	-	8	13	6
Umweltschutz und -vorsorge	3	3	2	1	8	1	4	21	2	5	2
Schutz und Förderung der menschlichen Gesundheit	2	0	46	1	0	14	3	2	2	20	20
Energie (Erzeugung, Verteilung, rationelle Nutzung)	5	39	0	0	-	0	1	14	5	2	11
Landwirtschaftliche Produktion und Technologie	0	0	2	-	0	13	0	-	1	2	2
Industrielle Produktion und Technologie	67	13	2	26	87	71	68	51	17	19	24
Elektroindustrie und verwandte Industrien	6	18	-	59	3	-	0	0	41	9	8
Erzeugnisse der chemischen Industrie	1	0	46	0	0	1	7	-	0	13	19
Fahrzeugbau	6	4	0	0	0	-	1	0	2	10	3
Gesellschaftliche Strukturen und Beziehungen	0	-	-	0	-	-	0	0	3	0	0
Weltraumforschung und -nutzung	2	0	-	0	-	-	-	-	3	-	1
Nicht zielorientierte Forschung	0	0	1	1	-	-	0	0	6	2	1
Landesverteidigung, Rüstung	6	1	-	0	0	-	1	0	2	0	1
Nicht zuteilbare Forschung	1	1	1	4	2	0	6	7	5	3	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Total (in Mio. Fr.)</b>	<b>1203</b>	<b>1510</b>	<b>2516</b>	<b>86</b>	<b>66</b>	<b>293</b>	<b>71</b>	<b>34</b>	<b>244</b>	<b>346</b>	<b>6370</b>

Bundesamt für Statistik

Office fédéral de la statistique

Natürgemäß nehmen die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in der Elektronikbranche das grösste Gewicht ein. Es folgen das Baugewerbe und die Maschinenindustrie sowie die technischen Dienstleistungen. Geringe Aufwendungen sind offenbar in Forschungslabors sowie in der Papier- und Kunststoffbranche zu verzeichnen. Keine Aufwendungen bzw. keine Angaben werden von der Chemie-, Uhren-, Textil-, Bekleidungs- und Nahrungsmittelbranche gemacht.

## 1.2 Erhebungen des Bundesamtes für Energiewirtschaft

Das Bundesamt für Energiewirtschaft nimmt ebenfalls Untersuchungen über die Energieforschung vor, jedoch ohne die Entwicklungsaufwendungen. Es liegen folgende Daten für 1993 vor:

	Prozente	Franken
<b>Rationelle Energienutzung</b>		36,4 Mio.
Gebäude	35%	
Verkehr	29%	
Anlagen: Umgebungs- und Abwärmenutzung, Wärmeerkraftkoppelung	26%	
Industrie und Gewerbe	10%	
<b>Fossile Energien</b>		17,8 Mio.
Verbesserungsvorgänge		
Emissionsarme und rationelle Verbrennungsmethoden		
Umweltaspekte (Schadstoffe Deponie)		
Moderne Messtechniken (Laser)		
Materialprobleme		
<b>Kernspaltung</b>		38,0 Mio
Reaktorsicherheit		
Radioaktive Abfälle, Entsorgung		
Vorausschauende Forschung		
<b>Erneuerbare Energien</b>		55,1 Mio
Solarwärme aktiv/passiv	21%	
Photovoltaik	27%	
Solarchemie	18%	
Biomasse	17%	
Geothermie	13%	
Windenergie	1%	
<b>Fusion</b>		32,0 Mio
Plasmaphysik für Fusion, Heizmethoden		
Fusionstechnologie (Pupraleitung, Strahlenschäden)		
Trägheitsfusion		
Spezialbereiche (Mikrowellengeneratoren, Plasmatechnologie u.a.)		
EURATOM-, JET-/NET-Beiträge		
<b>Unterstützende Techniken</b>		17,0 Mio.
Elektrizität (Erzeugung, Übertragung, Verteilung, Netzoptimierung)		
Energiespeicherung (mechanische, elektromagnetische, elektrochemische, chemische Speicherung)		
Energieumfeld (u.a. sozioökonomische Energieforschung)		
<b>Total</b>		174,3 Mio

Von Seiten des BEW werden knapp 1/5 der Forschungsaufwendungen von 174,3 Mio. Franken erbracht. Weiter erbringt das BEW Aufwendungen für Demonstrations- und Pilotanlagen von ungefähr 20 Mio. Franken.

Damit sind die vom Bundesamt für Energiewirtschaft erhobenen Aufwendungen für die Forschung wesentlich geringer, als jene, die eine Umfrage in der Industrie ergeben haben.

Zur Zeit ist es noch offen, wie sich die Forschungsausgaben für Energieforschung entwickeln werden. In jedem Fall wird eine verstärkte Verkoppelung mit der EU-Forschung stattfinden. Aufgrund der Finanzlage ist zu vermuten, dass in den nächsten Jahren kaum mit realen Wachstumszunahmen zu rechnen ist.

## **2. Die sozioökonomische Energieforschung**

Das Bundesamt für Energiewirtschaft BEW betreibt seit einiger Zeit eine aktive Energieforschung. In diesem Rahmen werden auch sozioökonomische Fragestellungen angegeben, wofür rund 7% der BEW-Mittel oder ca. 2 Mio. Franken aufgewendet werden. Weitere Mittel stehen in anderen - eng in Beziehung zur sozioökonomischen Energieforschung stehenden - Programmen zur Verfügung.

In den letzten Jahren ist es der sozioökonomischen Energieforschung gelungen, aus ihrem Schattendasein zu treten und in einigen Bereichen - auch im internationalen Vergleich - zu beachtlichen Resultaten zu gelangen. Das SöEF kennt dabei folgende Bereiche:

- a) Daten (Beschaffung, Koordination, Qualitätsverbesserung)
- b) Modelle, Perspektiven
- c) Kosten und Wirtschaftlichkeit der Energiesysteme
- d) Energiepolitische Massnahmen (Ausgestaltung, Vollzug, Akzeptanz, Wirkungen)
- e) Erfolgskontrollen
- f) Interdependenzen (Energie, Verkehr), Internationale Beziehungen
- g) Pilot- und Feldversuche

Im folgenden wird kurz auf einige Bereiche der sozioökonomischen Energieforschung eingegangen, die auch für die Industrie von einiger Bedeutung sind. Bisher ist vor allem die Makroebene für die Industrie angegangen worden. Hingegen liegen praktisch keine Projekte zum Mikrobereich (betriebliche Organisation, Energiemanagement, Energiekennzahlen) von Seiten der BEW-Ressortforschung vor.

## **2.1 Energie und Ökobilanzen**

Die ETH Zürich hat 1994 ein umfassendes Ökoinventar herausgegeben. Dabei sind für 12 Energiesysteme die Energie- und Stoffflüsse "von der Wiege bis zur Bahre" erfasst worden.

Es darf festgestellt werden, dass mit diesem Ökoinventar ein eigentlicher Durchbruch erzielt worden ist, der auch international gesehen absolut an der Spitze steht. Für einzelne Industriebetriebe ist damit der Einstieg geschaffen worden, Auswirkungen von Energiesystemen rasch berechnen zu können. Die Angaben beziehen sich allerdings jeweils auf das Jahr 1990. Für Zukunftsprojekte mit neuen Technologien sind spezifische Berechnungen durchzuführen. Immerhin können Analyse- und Berechnungskosten für die einzelnen Betriebe dank den Ökoinventaren reduziert werden.

## **2.2 Externe Kosten von Wärme- und Stromsystemen**

Von den Firmen Infrac und Prognos sind die externen Kosten der Wärme- und Stromsysteme mit 4 bis 7,2 Mia. Franken ausgewiesen worden. Die Berechnungen sind grösstenteils nach der Methode der Schadensberechnung vorgenommen worden, wobei nur rund 20 Faktoren berechnet worden sind. Diese Studie empfiehlt u.a., Energiepreiszuschläge vorzunehmen, um die externen Kosten zu berücksichtigen. In einer wettbewerbsorientierten Wirtschaft kann dies allerdings zu Problemen führen. Immerhin ist es möglich, mit den Energiepreiszuschlägen prospektive Simulationsrechnungen für alternative Investitionsrechnungen durchzuführen.

## **2.3 Massnahmenevaluation, insbesondere Auswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Abgabe**

In Zusammenarbeit mit dem BUWAL sind verschiedene CO<sub>2</sub>- und/oder Energieabgaben evaluiert worden. Im Rahmen der Erarbeitung einer Botschaft zur CO<sub>2</sub>-Abgabe sind weitergehende Abklärungen beabsichtigt, insbesondere die Behandlung energieintensiver Betriebe.

## **2.4 Energieperspektiven**

In den letzten Monaten hat die Erarbeitung von Energieperspektiven einen zentralen Stellenwert eingenommen. Herr Dr. Walter Baumgartner wird Ihnen über die Ergebnisse für den Industriebereich ausführlich Auskunft geben. An dieser Stelle sei nur soviel vermerkt: Mit den ergriffenen und eingeleiteten

Massnahmen können die gesetzten Energieziele (Stabilisierung CO<sub>2</sub>-Ausstoss) bis zum Jahr 2000 erreicht werden. Hingegen sind weitergehende Zielsetzungen (Stabilisierung Elektrizitätsverbrauch, Absenkung CO<sub>2</sub>-Ausstoss) mit den ergriffenen Massnahmen nicht zu erfüllen. Somit wird es zu einer grossen Aufgabe, weitergehende Massnahmen zu evaluieren und vor allem auch auf ihre Auswirkungen auf die Industrie zu untersuchen.

## **2.5 Zukünftige Schwerpunkte der sozioökonomischen Energieforschung**

Im Rahmen der Begleitgruppe der SöEF sind in diesem Jahr die zukünftigen Schwerpunkte der Energieforschung festgelegt worden. Es kann dazu folgender Überblick gegeben werden.

### **Forschungsschwerpunkte**

#### **a) Daten (Beschaffung, Koordination, Qualitätsverbesserung)**

Die Energiestatistik ist in den nächsten Jahren zu verbessern. Im Vordergrund stehen:

- Verbessern der Erhebungsmethoden, neue Methoden anwenden
- Regionalisierung der Daten (Kantone, ev. Regionen).

#### **b) Perspektiven, Modelle**

Die Perspektiven sind in mehrfacher Hinsicht zu vertiefen:

- Für die Nachfrage im Dienstleistungsbereich bestehen erst sehr grobe Schätzungen, die zu verbessern sind.
- Das zukünftige Energieangebot ist weitgehend unbekannt: Mögliche Angebotspfade sind darzustellen und zu analysieren (Kosten, Umweltauswirkungen).
- Die Umweltbelastungen der Energiesysteme (CO<sub>2</sub>, VOC, Risiken usw.) erfordern vermehrt Langfristperspektiven, die vor allem in methodischer Hinsicht zu verbessern sind.
- Die Fortschritte der EDV ermöglichen neue Modelle: Damit können die komplexen Zusammenhänge im Energiebereich besser erfasst werden. U.a. sind Rückkoppelungen (z.B. Veränderungen der Preise auf das Angebot und die Nachfrage ) leichter zu berücksichtigen.
- Energieperspektiven und Modelle erlauben, die Wirkungen von Energiemassnahmen abzuschätzen: Die Entscheidungsgrundlagen für einen optimalen Einsatz von Energiemassnahmen werden verbessert.

### c) Kosten und Wirtschaftlichkeit

#### Direkte Kosten

Die Kosten der Energie sind ein wichtiger Faktor: Die Grundlagen und der Einsatz von Kostenberechnungen sind deshalb zu verbessern (Kostenstellenrechnung, Modellrechnungen).

Grosse Lücken bestehen vor allem über die zukünftige Kostenentwicklung der verschiedenen Energieträger: Die Kenntnis der zukünftigen Energiepreise ist eine wichtige Entscheidungsgrundlage für Investitionen in Energiesysteme.

#### Externe Kosten

In verschiedener Hinsicht sind die bestehenden externen Kostenberechnungen weiter zu entwickeln und zu vertiefen:

- Neueste Erkenntnisse über Schäden sind so weit als möglich aufzunehmen und zu monetarisieren. Lücken sind systematisch zu sichten und wenn möglich zu schliessen.
- Die angewandten Methoden sind kritisch zu überprüfen und neue Ansätze zur Kostenschätzung sind zu beachten (Conjoint-Analyse, Risikoanalyse usw.).
- Die externen Kosten sind den staatlichen Handlungsebenen und den Akteurguppen zuzuschreiben, um eine Voraussetzung für eine Internalisierung zu schaffen.
- Internalisierungsstrategien sind zu entwickeln. Insbesondere ist auch der internationale Kontext zu berücksichtigen.

### d) Energiepolitische Massnahmen (Ausgestaltung, Vollzug, Wirkungen, Akzeptanz)

Der Massnahmenevaluation kommt eine zentrale Bedeutung zu. In den kommenden Jahren ist sie wesentlich zu vertiefen. Verschiedene Aktionsfelder sind bisher nicht oder nur ungenügend untersucht worden. U.a. ist auf folgende Bereiche zu verweisen:

- Spezifische Massnahmenbereiche: Technologietransfer Energie (Umsetzung der energietechnischen Forschung und Entwicklung), Möglichkeiten der integrierten Ressourcenplanung, Zertifikatslösungen, Information, Aus- und Weiterbildung.
- Vergleichende Analysen: über die Wirksamkeit von Massnahmen im Vergleich ist wenig bekannt (z.B. Gebote/Verbote versus preisliche Anreize).

- Wenig Wissen besteht über die regionalen Auswirkungen von Massnahmen. Energiemassnahmen stossen auf verschiedene Hindernisse im Vollzug, über die wenig systematische Kenntnisse vorliegen. Verschiedene Faktoren sind zu analysieren: Informations- und Bewusstseinsstand der Akteure, Status- und Prestigeverhalten, Einkommens- und Preisstrukturen, Konsensbildungsmechanismen usw..

e) Interdependenzen (Energiemarktordnungen, internationale Beziehungen, Verflechtungsanalysen)

Energiemarktordnungen, internationale Beziehungen

Die Energiemarktordnungen sind in Bewegung geraten: Wettbewerbsorientierte Regelungen, neue Unternehmensstrukturen (vertikale/horizontale Integration) sowie Deregulierungen befinden sich im Vorfeld der politischen Diskussion. Lösungsansätze und vor allem Auswirkungen neuer Marktregelungen (z.B. Third Party Access, liberale Submissionsordnung, Einbindung in internationale Verpflichtungen) sind weitgehend unbekannt.

Verflechtungsanalysen

Der Energieverbrauch ist eine abgeleitete Nachfrage: Er wird durch den Güterkonsum, die Investitionstätigkeiten sowie Verkehrsleistungen verursacht. Somit spielen Aktivitäten und Massnahmen in energierelevanten Bereichen wie Raumstrukturen, Wasserverbrauch, Verkehr usw. für den zukünftigen Energiekonsum eine wichtige Rolle. Entsprechende Verflechtungsanalysen sind an die Hand zu nehmen und der Handlungsspielraum für eine wirtschaftliche und umweltschonende Energieversorgung ist aufzuzeigen.

f) Pilot- und Feldversuche

Pilot- und Feldversuche spielen in der technischen Energieforschung eine wichtige Rolle. Dabei werden sie - wenn auch in einem unterschiedlichen Ausmass - durch soziale und wirtschaftliche Strukturen und Prozesse mitbestimmt. Entsprechende Engpässe und Probleme sind im Rahmen der sozioökonomischen Energieforschung vertieft zu untersuchen.

Die Aufstellung zeigt, dass die soziökonomische Energieforschung in der Industrie (Mikroebene) aufgrund bestehender Mittelknappheit und anderweitiger Forschungsbedürfnisse bisher keinen Schwerpunkt darstellt. Aus Sicht des



BEW werden dabei die Resultate des heutigen Workshops von Bedeutung sein. Schon heute kann gesagt werden, dass eine organisatorische und finanzielle Zusammenarbeit unabdingbar sein wird, wenn in die sozioökonomische Energieforschung in der Industrie eingestiegen werden soll. Insbesondere sind andere Forschungsstellen, vor allem aber einzelne industrielle Betriebe in die Forschungsarbeiten einzubeziehen. Die industriellen Bedürfnisse müssten prioritär berücksichtigt werden. Jedenfalls sind theoretische Sandkastenübungen zu verhindern. Falls überzeugende Konzepte vorliegen und ein prioritärer Bedarf ausgewiesen ist, kann eine gewisse Anschubfinanzierung von Seiten des BEW nicht ausgeschlossen werden.

### **3. Sozioökonomische Forschung in der Industrie**

Wie bereits erwähnt, hat sich das SöEF dieser Thematik praktisch nicht angenommen. Etwas anders sieht es im Impulsprogramm RAVEL aus. Hier sind Energiesparpotentiale für die nächsten Jahren intensiv abgeklärt worden, Massnahmen evaluiert und Publikationen zu Organisations- und Managementfragen in Zusammenhang mit der Anwendung von Energie erstellt worden.

Zu erwähnen sind etwa folgende Projekte:

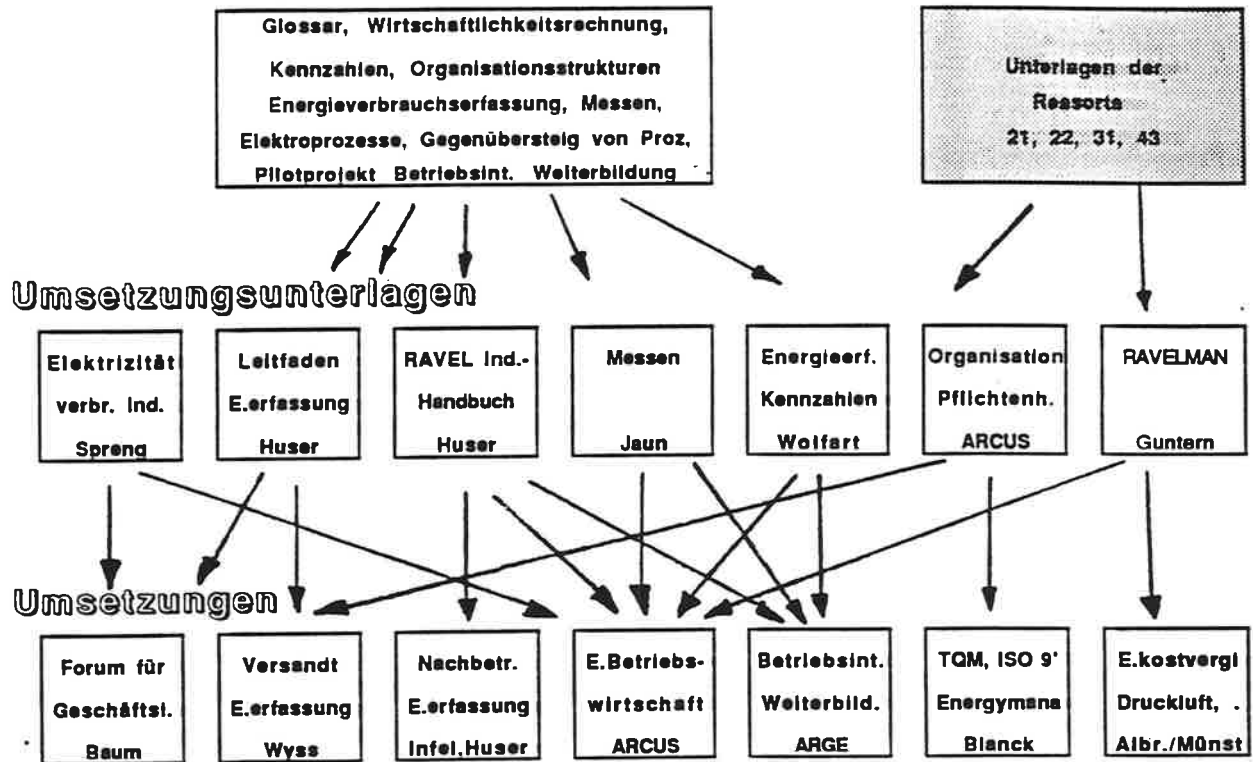
- Leitfaden zur Energieerfassung und Nachbetreuung (Projektleitung Infel);
- Veranstaltungen für Geschäftsleitungen (Projektleitung Birgit Baum CTU am BWI an der ETH);
- Energiebetriebswirtschaftlicher Kurs (R. Hasenböhler, ARCUS);
- Qualitätssicherungsnorm ISO 9000, Total Quality Management (TQM) und Energiemanagement (Projektleitung M. Blank, Holderbank Management und Beratung).

Im Rahmen der Schriftenreihe Ravel Industrie sind u.a. herausgegeben worden:

- Erfassung des Energieverbrauchs / Leitfaden für Industrie und Gewerbe.
- Anleitung für die Baubeauftragten
- Elektrizitätsbedarf der Industrie
- Ravel Industriehandbuch
- Energieerfassung und Kennzahlen
- Messen von Energie und Leistungen
- Organisation und Energiemanagement

## Vernetzung der Projekte Ravel

### Untersuchungsprojekte



Auf einzelne Ergebnisse und Schlussfolgerungen möchte ich an dieser Stelle nicht eingehen. In den folgenden Referaten und anlässlich der Workshops wird sicher auf die RAVEL-Erfahrungen eingetreten.

#### 4. Schlussfolgerungen aus der Sicht SöEF-BEW

Die sozioökonomische Energieforschung nimmt im Rahmen der gesamten Energieforschung - was die finanziellen Mittel anbelangt - einen äusserst bescheidenen Stellenwert ein. Trotz der geringen finanziellen Ausstattung konnten Resultate erzielt werden, die gerade auch auf internationaler Ebene grosse Beachtung gefunden haben. Der hohe Stellenwert der Energie und der Emissionen von Energiesystemen erfordert, dass auch in Zukunft vor allem weitere Forschungsarbeiten zu den Rahmenbedingungen der Energieanwendung durchgeführt werden. Bezogen auf die Industrie heisst dies, dass Wettbewerbsfragen der Energiewirtschaft zusätzlich abgeklärt werden müssen. Zudem sind

energetische Effekte und Kosten sowie die Auswirkungen von Massnahmen weiter zu untersuchen, damit im politischen Prozess tragfähige Lösungen gefunden werden können.

Die sozioökonomische Energieforschung in der Industrie stellte bisher u.a. wegen der Mittelknappheit keinen Schwerpunkt des SöEF-Programmes dar. Immerhin ist nicht auszuschliessen, dass sich dies - nicht zuletzt aufgrund der Ergebnisse des heutigen Workshops - in den nächsten Jahren ändern könnte. Zwingende Voraussetzung dafür ist aber, dass ein hoher Bedarf ausgewiesen werden kann, die Zusammenarbeit mit einzelnen industriellen Betrieben sichergestellt wird und bezüglich der Finanzierung faire Kooperationen gefunden werden können.

15.11.1994