

BUNDESAMT FUER  
BILDUNG UND WISSENSCHAFT

BUNDESAMT FUER  
ENERGIEWIRTSCHAFT

C O C R E

20. Februar 1984

---

KONZEPT DER  
ENERGIEFORSCHUNG DES BUNDES

---

.....the policy for research and development cannot be easily or completely formulated. It must evolve through an ongoing period of trial and error. In the case of truly innovative research and development, the trials are more urgent and the errors may be greater. This means only that debate on policies must continue on an empirical and realistic basis.

(Edward Teller, 1979)

Mit Energieforschung wird in diesem Bericht umfassend die Forschung und Entwicklung auf Gebiet der Energie, einschliesslich der mit Pilot- und Demonstrationsvorhaben verbundenen Forschungsvorhaben, bezeichnet. Ausgeschlossen bleiben die Produktentwicklung und die Demonstrationsanlagen selbst. (Siehe auch Anhang VII.)

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>A. Zusammenfassung / Résumé</u>	I/IX
<u>B. Energieforschungs-Konzept</u>	1
1. Einleitung	1
2. Begriffe und Abgrenzungen	4
2.1. Energieforschung (warum, was)	4
2.2. Relation der Energieforschung zur übrigen Forschung	8
2.3. Relation der Energieforschung zur Energiepolitik	10
3. Stand der Energieforschung	12
3.1. Weltweite Energieforschung und die Schweiz	12
3.2. Stand Energieforschung und Ausbildung in der Schweiz	12
3.3. Heutiger rechtlicher und administrativer Rahmen des Bundes	15
4. Konzept für die zukünftige Energieforschung	17
4.1. Grundsätze der Beurteilung	17
4.2. Schwerpunkte der zukünftigen Energieforschung	22
4.3. Verteilung der Mittel, Schwerpunkte und Durchführung	25
4.4. Kompetenzen und Organisation	49
<u>C. Anhänge</u>	
I    Empfehlungen des Schweizerischen Wissenschaftsrates zur Energieforschung (Mittelverteilung)	
II   Öeffentliche Forschungsinstitute im Energiebereich	
III  Ausbildung an öffentlichen Institutionen	
IV   Heute bestehende Organisation der Energieforschung der öffentlichen Hand	
V    Prozentuale Aufteilung der staatlichen Förderungsmittel nach GEK	
VI   Pflichtenheft CORE	
VII  Definitionen im Bereich Energieforschung	
VIII Abkürzungen	
IX   Referenzen	

## ZUSAMMENFASSUNG DES ENERGIEFORSCHUNGSKONZEPTES DES BUNDES

---

### 1. Ziel und Rahmen des Berichtes

Der Bundesrat hat am 22. Oktober 1980 das Comité consultatif de la recherche énergétique (COCRE) beauftragt, einen Mehrjahresplan zur Förderung der Energieforschung auszuarbeiten. Das hier vorgelegte Konzept ist ein erster Schritt dieser Mehrjahresplanung. Sein Ziel ist es, den Institutionen der Forschungsförderung und den Forschungsinstituten einen Ueberblick über die Prioritäten der Energieforschungspolitik zu geben und sie über die Richtung zu orientieren, welche das COCRE zur Verstärkung der Energieforschung zu verfolgen vorschlägt. Die Grundlagen dazu hat der Bundesrat in seiner Botschaft vom 25. März 1981 über die Grundsatzfragen der Energiepolitik dargelegt.

### 2. Ziele der Energieforschung

Die Ziele der Energieforschung liegen darin, für die Schweiz notwendige Energie-Techniken (Förderung, Produktion, Speicherung, Verteilung, Umwandlung und Nutzung) und -Systeme zu beherrschen. Sie soll zu einer rationellen Verwendung der Energie und zu einer ausreichenden, sicheren und volkswirtschaftlich optimalen Energieversorgung beitragen. Dabei ist die Verstärkung des Exportpotentials im Auge zu behalten und insbesondere auch die Erforschung langfristiger Optionen der Energieversorgung nicht zu vernachlässigen.

### 3. Das Prinzip der gegenseitigen Ergänzung und Unterstützung

Die Energieforschung ist eine gemeinsame Aufgabe der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft.

Je näher die Forschung der Entwicklung industrieller Produkte und Anwendungen ist, desto bedeutender ist die Rolle des privaten Sektors, je weiter sie davon entfernt ist, desto wichtiger ist die Rolle der öffentlichen Hand.

Die Projekte der Energieforschung privater und halbprivater Kreise können durch den Bund unterstützt werden, sofern sie im öffentlichen Interesse liegen, eine anerkannte Qualität aufweisen und, nach dem oben ausgesprochenen Grundsatz, die Privatwirtschaft einen angemessenen Anteil der Ausgaben übernimmt.



In seiner Gesamtplanung der Forschung zieht der Bund die Tätigkeiten der Privatwirtschaft und der Kantone in Betracht und unternimmt die notwendigen Schritte für eine wirksame Koordination.

#### Gegenseitige Ergänzung zwischen den Institutionen der Forschungsförderung und dem Bund

Die Stiftungen zur Förderung der Forschung, vor allem der Nationale Energieforschungsfonds (NEFF) und der Schweizerische Nationalfonds (FN), spielen eine wichtige Rolle - oft sogar eine Schlüsselrolle - in der Ausrichtung der Energieforschung. Sie unterstützen Projekte, welche von Forschern unterbreitet werden, die an privaten oder öffentlichen Instituten arbeiten und somit über die notwendige Forschungsinfrastruktur verfügen. Sie finanzieren diese Infrastruktur jedoch nicht; es ist hauptsächlich die Aufgabe des Bundes, diese zu erhalten und weiter zu entwickeln mit dem Ziel, die Kontinuität der Forschung zu erhalten, die Gesamtheit der prioritären Richtung abzudecken und bestehende Lücken zu füllen.

Der Bund hat sich auch dafür einzusetzen, dass die notwendigen Strukturen vorhanden sind, damit eine genügend grosse Zahl qualifizierter Forschungsgruppen in der Lage sind, den privaten Forschungsförderungsorganisationen Gesuche in den prioritären Bereichen zu unterbreiten. Er hat die Lücken durch die Schaffung von neuen Forschungsgruppen zu füllen und hat die Finanzierung der Infrastruktur zu übernehmen, wie beispielsweise von Rechnern, Laboratorien, Bibliotheken, Basisinstrumentation ... Auch sollte er für die erfahrenen Forscher aufkommen, die fähig sind, Forschungsprojekte, welche von den privaten Stiftungen unterstützt werden, zu leiten.

#### 4. Zeithorizont und Schwerpunkte

Der Bund entwickelt hier ein detaillierteres Konzept mit einem Zeithorizont von ungefähr fünf Jahren, wobei aber auch Perspektiven grösserer Reichweite (über 20 Jahre hinaus) in Betracht gezogen werden. Entsprechend seiner langfristigen Energiepolitik sieht der Bund eine verstärkte Unterstützung der Energieforschung in den Berichten rationelle Energienutzung (starke Erhöhung der Mittel), der erneuerbaren und einheimischen Energien, der Energieverwendung und der Prospektion vor. Er wird seine Anstrengungen auf den Gebieten der Kernspaltung und der Fusion auf dem gegenwärtigen Stand halten.

5. Rolle des Bundes

Entsprechend seiner allgemeinen Aufgaben:

- Ausbildung der notwendigen Fachleute im Bereich der Energie (in Zusammenarbeit mit den Kantonen),
- Bereitstellungen, Sicherung und Verbreitung der notwendigen Kenntnisse für Öffentlichkeit, Energiewirtschaft, Industrie und Behörden,

soll der Bund die folgenden Bereiche fördern:

- Erforschung langfristiger, wirtschaftlich resp. technisch risikoreicher Energietechniken,
- Erforschung kurz- und mittelfristiger, vielversprechender Energietechniken, welche beim gegenwärtigen Energiepreis noch unwirtschaftlich sind oder deren Wirtschaftlichkeit noch zu zeigen ist,
- Erforschung anspruchsvoller Energietechniken, die noch mit grossem Erfolgsrisiko behaftet sind und die erst mittel- und langfristig die Marktreife erreichen können, d.h. vor allem von Techniken, welche nahe bei der Grundlagenforschung liegen,
- Forschung in den Bereichen Sicherheit, Umwelt sowie gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Fragen,
- Erforschung für die Schweiz interessanter Systemzusammenhänge, welche privatwirtschaftlich nicht verfolgt werden können,
- Erforschung einheimischer Energien im Hinblick auf ev. Krisenzeiten,
- Pflege der internationalen Zusammenarbeit, wo diese zur Ergänzung und Verstärkung nationaler Projekte angebracht ist.

Für jeden dieser Bereiche wird die Rolle des Bundes verschieden sein (Prinzip der gegenseitigen Ergänzung; siehe Abschnitt 2). Im Rahmen seiner Möglichkeiten wird der Bund vor allem um die Schliessung grosser Lücken bemüht sein.

## 6. Kriterien für die Wahl von Projekten

Neben den allgemeinen Kriterien in der Beurteilung von Forschungsvorhaben:

- Wissenschaftliche Originalität des Forschungsplanes,
- Qualifikation des Forschers,
- Unterstützungsmöglichkeiten der Institutionen oder Labors,
- Kosten im Verhältnis zu den erwarteten Resultaten,
- Ausgewogenheit der Unterstützung der verschiedenen Forschungsthemen,
- Möglichkeiten der Beteiligung der Privatwirtschaft,

sind für den Bund folgende Besonderheiten der Energieforschung massgebend:

- Uebereinstimmung mit den Zielen der Energieforschungspolitik,
- Bestehen einer Lücke,
- Gewicht für die Ausbildung von Spezialisten,
- Eignung für die schweizerische Energieversorgung und die Industrie (Inland und Auslandmarkt),
- Darstellung eines gangbaren Lösungsweges,
- Zeitgerechte Realisierbarkeit des Projekts,
- Beitrag zur Diversifikation der Energieversorgung,
- Beitrag zur Energieeinsparung,
- Positiver Erntefaktor,
- Koordination mit der Industrie,
- Koordination mit internationalen Projekten.

## 7. Finanzielle Bedürfnisse

Die Tabelle I (Seite VII) gibt eine Abschätzung der notwendigen Mittel in Form eines Verteilungsplanes nach den vorgesehenen Hauptrichtungen (Richtwerte). Im Kapitel 4.3 werden die wichtigsten Probleme, welche gebietsweise in der Energieforschung zu behandeln sind, dargestellt.

Obwohl der Energieartikel in der Bundesverfassung nicht angenommen worden ist, will der Bundesrat auf der Basis der bestehenden Rechtsgrundlagen (vor allem dem Forschungsgesetz) und unter der Annahme, dass die WUST auf den Energieträgern eingeführt werden wird, die Unterstützung der Energieforschung erheblich verstärken. Es wird von der Hypothese ausgegangen, dass in einem Zeitraum von fünf bis zehn Jahren die Mittel des Bundes substantiell erhöht werden können, bis sie sich auf etwa dem Doppelten des heutigen finanziellen Aufwandes pro Jahr stabilisieren werden.



Der vorgesehene Verteilungsplan ist in Tabelle I (Seite VII, Kolonne 2) dem gegenwärtigen Aufwand für die Energieforschung durch den Bund, die Kantone und den NEFF gegenüberstellt.

Im Falle, dass die WUST auf den Energieträgern nicht eingeführt wird, kann keine so starke Erhöhung der Mittel vorgesehen werden. Eine Arbeitshypothese sieht eine progressive Erhöhung des jährlichen Budgets (in fünf bis zehn Jahren) bis auf 25 Mio. Fr. vor, welche zu den Ausgaben des Jahres 1983 hinzukommen sollen. Unter diesen Bedingungen wäre der Verteilungsplan der Ausgaben erheblich zu ändern. Bis zum Ende der Wachstumsperiode sollten die Mittel für Erforschung der rationellen Energienutzung in Gebäuden von 5 auf ca. 15 Mio. Fr. (anstelle von 5 auf 20 Mio. Fr.), der Sonnenenergie von 11 auf ca. 18 Mio. Fr., der Energiespeicherung und chemische Energieträger von 5 auf ca. 8 Mio. Fr. und der Wärmenutzung von 3 auf ca. 5 Mio. Fr. steigen. Für die Auswertung, neue Ideen und dringende Programme wären ca. 2 Mio. Fr. pro Jahr einzusetzen.

#### 8. Prioritäten

Die Tabelle II (Seite VIII) zeigt die Wahl der Prioritäten.

#### 9. Auswertung der Forschungsergebnisse

Da die Energieforschung zur Lösung wichtiger wissenschaftlicher und technischer Probleme der praktischen Anwendung und der Energiewirtschaft beiträgt, braucht es Mittel für die Verbreitung und die Auswertung der Resultate für diejenigen, welche diese später verwenden werden. (Vorgesehen sind Veröffentlichungen speziell für Praktiker sowie die Organisation von Kursen und Seminarien, um die Kenntnisse, welche erarbeitet wurden, zu verbreiten).

#### 10. Organisation

Im Falle, dass der Bundesrat die Vorschläge des COCRE genehmigt, wird die allgemeine Planung und die periodische Ueberarbeitung des Konzepts einer eidgenössischen Kommission für die Energieforschung (CORE) übergeben, in welcher Vertreter der Energiewirtschaft, der Industrie, der Hochschulen, der Administration des Bundes sowie der Forschungsförderungsorgane vertreten sein sollen.



Die Detailplanung und die Kontrolle über den Ablauf der Projekte würde durch die Administration des Bundes übernommen.

In den Bereichen, in denen eine aktive Unterstützung als notwendig betrachtet wird, sollen Projektleiter bezeichnet werden. Diese sollen ihre Aufgaben zwar im Rahmen ihrer Forschungsinstitutionen (Hochschulen oder Privatwirtschaft) wahrnehmen, werden aber einen Grossteil ihrer Zeit dieser Aufgabe zu widmen haben.

Tabelle I: Stand der Unterstützung der Energieforschung 1983  
(inkl. NEFF) und Richtwerte für die mittelfristige Aufteilung  
der Energieforschungs - Mittel der öffentlichen Hand  
(in Mio Fr. pro Jahr, Fr. 1983 ohne Inflation)

Bereich 1)	Stand <sup>2)</sup> 1983		jährliche Aufstockung zu Beginn d. Aufbauphase	3) Mittelfristiges Ziel (Richtwert)	
		%			%
I. Rationelle Energienutzung	<u>7.9</u>	7.4	<u>1.8</u>	Erhöhung auf vierfachen Betrag (ca. 32 Mio. Fr.)	18
- Industrie	1.0		0.2		
- Gebäude	5.1		1.5		
- Verkehr	1.8		0.1		
II. Fossile Ener- gieträger				Erhöhung auf vierfachen Betrag (ca. 6 Mio. Fr.)	3
- Kohle/Oel/Gas <sup>4)</sup>	<u>1.5</u>	1.4	<u>0.3</u>		
III. Kernspaltung	<u>38.0</u>	35.5	---	Reale Stabilisierung auf Wert 1980 (ca. 44 Mio. Fr.)	24
IV. Erneuerbare Energien	<u>17.3</u>	16.2	<u>1.7</u>	Verdoppelung des Betrags (ca. 33 Mio. Fr.)	18
- Sonnenenergie	<u>11.1</u>		<u>1.0</u>		
- Biomasse	3.6		0.2		
- Erdwärme	2.4		0.4		
- Wind	0.2		0.1		
V. Kernfusion	<u>26.8</u>	25.0	--	Reale Stabilisierung (ca. 27 Mio. Fr.)	15
VI. Energieverwend.	<u>15.5</u>	14.5	<u>1.5</u>	Verdoppelung des Betrags (ca. 31 Mio. Fr.)	18
- Wärme	<u>3.1</u>		<u>0.3</u>		
- Elektrizität	3.5		0.2		
- Chemische Ener- gieträger	2.5		0.2		
- Speicherung	2.7		0.6		
- unterstützende Aktivitäten, Studien	3.7		0.2		
VII. Reserve zur Unterstützung neuer Ideen	-		<u>0.5</u>	ca. 5 Mio. Fr.	3
VIII. Auswertung	-		<u>0.2</u>	ca. 2 Mio. Fr.	1
Total	107.0	100	6.0	ca. 180	100

1) siehe auch Kap. 4.3

2) inkl. NEFF, nach Umfrage 1983 (Ref. 3)

3) ca. 5. Jahr der zusätzlichen Förderung

4) dazu kommen maximal 2 Mio. Fr. pro Jahr für Prospektion

Tabelle II:

Je nach Verfügbarkeit der zusätzlichen Mittel sind diese vor allem in den in Abschnitt 2. genannten Hauptbereichen einzusetzen nach den Prioritäten:

PRIORITAET 1

- Rationelle Energieverwendung in Gebäuden: Gesamtsystemuntersuchungen, Heizsysteme und Steuerungen, Gebäudephysik (Wärmeverlust, Beitrag der Umgebungswärme), Luftaustausch (Wärmerückgewinnung, Feuchtigkeitskontrolle, Schadstoffe), Energiediagnose
- Einheimische Energien:  
Solare Energien: Warmwasserbereitung, Heizung, industrielle Prozesswärmeerzeugung (Erhöhung der System-Wirkungsgrade, Zuverlässigkeit und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit), passive und hybride Systeme der Sonnenenergie  
Bioenergie (besonders Biogas und Holznutzung),
- Energiespeicherung (als Wärme und in chemischen Energieträgern)
- Wärmenutzung (Fernwärme, Wärmepumpen, Abwärmennutzung)

PRIORITAET 2

- Optimale Energienutzung in industriellen und gewerblichen Prozessen
- Solarelektrische Kraftwerke und Anlagen
- Exploration und Prospektion nach Uran, Kohle, Öl, Gas
- Geothermie (Technische Möglichkeiten und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen)
- Energiespeicherung (mechanische und geologische Speicher, Brennstoffzellen)
- Entwicklung chemischer Ersatzenergieträger und ihre Anwendung (Treibstoffe)
- Kohle-Technologien (Verbrennung, Kohle-WKK)
- Allgemeine Verbesserung thermischer und elektrischer Maschinen
- Untersuchungen des gesamten Energiesystems und von Teilbereichen (Zusammenhang mit Wirtschaft und Umwelt; soziale Auswirkungen und rechtliche Probleme)
- Wasserkraft (z.B. kleine Wasserkraftwerke)

PRIORITAET 3

- Verkehr (Forschungen über Schienenverkehr, Motorenentwicklung, Konzeptstudien)
- Verwertung von Kehrlicht
- Windenergie



## RESUME DU CONCEPT DE RECHERCHE ENERGETIQUE DE LA CONFEDERATION

---

### 1. But et cadre du rapport

Le Conseil fédéral a chargé le 22 octobre 1980 le Comité consultatif de la recherche énergétique (COCRE) d'élaborer un plan pluriannuel de soutien de la recherche énergétique. Le présent concept répond partiellement à cette demande. Il a pour but de donner aux organismes d'encouragement et d'exécution de la recherche une vision d'ensemble des priorités de la politique de recherche énergétique et d'établir les axes d'orientation que le COCRE propose de suivre pour le renforcement de cette recherche, tel qu'il a été annoncé par le Conseil fédéral dans son message du 25 mars 1981 concernant les principes de la politique de l'énergie.

### 2. Objectifs de la recherche énergétique

La recherche énergétique de la Confédération vise à assurer la maîtrise des systèmes énergétiques et des procédés d'extraction, de production, de stockage, de distribution, de transformation et d'utilisation finale. Elle doit tendre à promouvoir une utilisation rationnelle de l'énergie et un approvisionnement en énergie de la Suisse sûr, suffisant, et optimal sur les plans économique et de la sauvegarde de l'environnement. Le renforcement de notre potentiel d'exportation d'installations, de composantes ou de services et les recherches exploratoires relatives aux options à long terme ne doivent pas, pour autant, être négligées.

### 3. Principes de complémentarité et de subsidiarité

Le soutien de la recherche énergétique est une tâche commune des pouvoirs publics et de l'économie privée.

Plus la recherche est près du développement de produits et des applications industrielles plus le rôle du secteur privé doit être important; plus elle en est éloignée plus grand est celui des pouvoirs publics.

Les projets de recherches énergétiques des secteurs privés et semi-privés peuvent faire l'objet de subsides de la Confédération pour autant qu'ils soient d'intérêt général, montrent une qualité reconnue, et que le cofinancement privé représente une proportion raisonnable en accord avec le principe énoncé ci-dessus.



Dans sa planification globale de la recherche la Confédération tient compte des activités de l'économie privée et des cantons et entreprend les actions nécessaires à une coordination efficace.

#### Complémentarité entre institutions d'encouragement de la recherche et Confédération

Les Fondations d'encouragement de la recherche, notamment le Fonds national pour la recherche énergétique (NEFF) et le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNSRS), jouent un rôle important, souvent un rôle clé, dans le développement des lignes de recherches énergétiques. Elles soutiennent des projets présentés par des chercheurs rattachés à des institutions privées ou publiques disposant de l'infrastructure de recherche nécessaire, mais ne financent pas cette dernière. C'est surtout le rôle de la Confédération de maintenir et de développer l'infrastructure dans le but d'assurer la continuité de la recherche, de couvrir l'ensemble des thèmes prioritaires, et de combler les lacunes existantes. La Confédération veillera entre autres à ce que les structures nécessaires soient mises en place pour qu'un nombre suffisant de groupes de chercheurs qualifiés soient à même de formuler des requêtes aux Fondations dans les secteurs prioritaires. Elle créera au besoin de nouveaux groupes de recherche et prendra à sa charge le financement d'infrastructures telles qu'ordinateurs, ateliers, bibliothèques, instruments de base..., ainsi que le financement des chercheurs plus expérimentés capables de gérer des projets de recherches soutenus par les Fondations.

#### 4. Horizon temporel et accents principaux

La Confédération développe ici un concept détaillé à l'horizon d'environ cinq ans en tenant compte des perspectives à plus long terme (au-delà de 20 ans). Conformément à sa politique énergétique à long terme la Confédération prévoit un soutien accru de la recherche énergétique dans les domaines de l'utilisation rationnelle de l'énergie (forte croissance), des énergies renouvelables et indigènes, des procédés énergétiques et de la prospection. Elle maintiendra au niveau actuel son effort dans les domaines de la fission et de la fusion nucléaire.

## 5. Rôle de la Confédération

Les tâches générales de la Confédération sont:

- Formation des spécialistes nécessaires dans le domaine de l'énergie (en collaboration avec les cantons),
- Acquisition, maintien et diffusion des connaissances nécessaires pour l'économie énergétique, l'industrie, les autorités et le public en général.

En particulier, la Confédération doit encourager la recherche énergétique dans les domaines suivants:

- Techniques énergétiques à long terme présentant des risques économiques et/ou techniques élevés.
- Systèmes ou techniques énergétiques prometteurs à court ou moyen terme, non encore économiques compte tenu des prix actuels de l'énergie, ou dont la viabilité économique doit encore être démontrée.
- Techniques énergétiques proches de la recherche fondamentale et dont l'introduction sur le marché est encore lointaine.
- Sécurité, effets sur l'environnement, et aspects socio-économiques des techniques énergétiques.
- Systèmes énergétiques intéressants pour la Suisse que l'industrie privée n'est pas en mesure d'étudier.
- Energies indigènes, en préparation de situations de crise éventuelles.

La Confédération encouragera la coopération internationale dans les secteurs où celle-ci peut profiter à la réalisation des projets nationaux.

Le rôle de la Confédération sera différent pour chacun des types de recherches énoncés et sera conforme au principe de subsidiarité évoqué plus haut (§ 2). Dans la mesure du possible la Confédération s'efforcera de combler les lacunes importantes.

## 6. Critères de choix des projets

Les critères généraux pour l'évaluation des projets de recherche sont:

- Originalité scientifique de l'idée de recherche.
- Qualifications des chercheurs.
- Aptitudes de l'institution et du laboratoire et possibilités de soutien.
- Coût en rapport avec les résultats attendus.
- Equilibre du soutien des divers thèmes de recherche.
- Possibilités de participation de l'économie privée.

La Confédération doit, en plus, appliquer des critères particuliers à la recherche énergétique:

- Conformité aux objectifs de la politique de recherche énergétique.
- Existence d'une lacune à combler.
- Importance pour la formation des spécialistes.
- Conformité aux besoins de l'approvisionnement énergétique et de l'industrie suisse (marché national et international).
- Existence d'une voie de solution praticable.
- Possibilité de réalisation du projet dans les délais prévus.
- Contribution à la diversification dans l'approvisionnement d'énergie.
- Contribution à des économies d'énergie.
- Facteur de gain (Erntefaktor) suffisant.
- Coordination avec l'industrie.
- Coordination avec des projets internationaux.

## 7. Moyens financiers nécessaires

Le tableau I (page XV) donne une estimation d'un plan de répartition selon des lignes directrices indicatives. Au chapitre 4.3, les principaux problèmes à résoudre sont identifiés pour les divers domaines de la recherche énergétique.

Bien que l'article constitutionnel sur l'énergie n'ait pas été accepté, le Conseil fédéral entend - en se fondant sur les bases légales existantes (notamment la loi sur la recherche) et dans l'hypothèse que l'ICHA sur les agents énergétiques sera accepté - renforcer substantiellement son soutien de la recherche énergétique. On a supposé que les moyens de la Confédération pourront être progressivement augmentés sur une période de 5 à 10 ans pour se stabiliser au double de l'effort financier actuel.



Le plan de répartition proposé est comparé (page XV, colonne 2) à l'état actuel du soutien de la recherche énergétique par la Confédération, les cantons et le NEFF.

Dans le cas où l'ICHA sur les agents énergétiques ne serait pas introduit, l'augmentation ne pourrait pas être si importante. Une hypothèse de travail envisage que l'augmentation totale du budget annuel (au bout de 5 à 10 ans) s'élève à 25 millions supplémentaires par rapport au niveau atteint en 1983. Dans ces conditions le plan de répartition des dépenses serait considérablement changé. A la fin de la période de croissance les montants en faveur des recherches sur l'utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment passeraient de 5 à 15 mio Frs (au lieu de 5 à 20 mio Frs), sur l'énergie solaire de 11 à environ 18 mio Frs, sur le stockage et les agents énergétiques chimiques de 5 à 8 mio Frs, sur l'utilisation de la chaleur de 3 à 5 mio Frs. De plus, 2 mio Frs seraient consacrés à l'évaluation d'idées nouvelles et de programmes urgents.

#### 8. Priorités

Le tableau no II (page XVI) donne le choix des priorités.

#### 9. Valorisation des résultats de la recherche

La recherche énergétique étant orientée vers la solution de problèmes scientifiques et techniques significatifs pour les milieux professionnels et l'économie énergétique, il est important que des moyens soient prévus pour la diffusion et la mise en valeur des résultats auprès de ceux qui peuvent les mettre en pratique. (Des publications destinées spécialement aux praticiens, ainsi que l'organisation de cours et séminaires sont prévues pour diffuser les connaissances acquises).

#### 10. Organisation

Dans le cas où le Conseil fédéral approuverait la proposition du COCRE, la planification générale et la révision périodique du concept seraient confiées à une Commission fédérale pour la recherche énergétique (CORE), dans laquelle siègeraient des représentants de l'économie énergétique, de l'industrie, des hautes écoles, de l'administration fédérale et des Fondations pour l'encouragement de la recherche.



La planification détaillé et le contrôle de la bonne marche des projets serait du ressort de l'administration fédérale.

Dans les domaines où un soutien actif est estimé nécessaire des chefs de projets seraient désignés. Ils exerceraient leurs tâches en restant dans leurs institutions de recherches (hautes écoles ou secteur privé) mais en consacrant une partie très importante de leur temps à cette fonction.

Tableau I: Situation du soutien de la recherche énergétique en 1983 (NEFF inclu) et valeurs indicatives de la répartition future des montants consacrés par les pouvoirs publics aux activités de recherche (en millions de fr. 1983 par année, sans inflation)

Secteur 1)	Situation <sup>2)</sup> 1983		Accroisse- ment par an début phase préparatoire	Objectif à <sup>3)</sup> moyen terme	
		%			%
I. Utilisation rationnelle de l'énergie	<u>7.9</u>	7.4	<u>1.8</u>	accroissement d'un facteur 4 (approx. 32 mio. fr.)	18
- industrie	1.0		0.2		
- bâtiments	5.1		1.5		
- transport	1.8		0.1		
II. Agents énergétiques fossiles				accroissement d'un facteur 4 (approx. 6 mio. fr.)	3
- charbon, pétrole, gaz <sup>4)</sup>	<u>1.5</u>	1.4	<u>0.3</u>		
III. Fission nucléaire	<u>38.0</u>	35.5	---	stabilisation réelle sur valeur 1980 (approx. 44 mio. fr. 1983)	24
IV. Energies renouvelables	<u>17.3</u>	16.2	<u>1.7</u>		
- soleil	11.1		1.0	accroissement d'un facteur 2 (approx. 33 mio. fr.)	18
- biomasse	3.6		0.2		
- géothermie	2.4		0.4		
- vent	0.2		0.1		
V. Fusion nucléaire	<u>26.8</u>	25.0	--	stabilisation réelle (approx. 27 mio. fr.)	15
VI. Utilisation de l'énergie	<u>15.5</u>	14.5	<u>1.5</u>	accroissement d'un facteur 2 (approx. 31 mio. fr.)	18
- chaleur	3.1		0.3		
- électricité	3.5		0.2		
- vecteurs chimiques	2.5		0.2		
- stockage	2.7		0.6		
- activités auxiliaires, études	3.7		0.2		
VII. Réserve pour idées nouvelles	-		<u>0.5</u>	ca. 5 mio. fr.	3
VIII. Evaluation	-		<u>0.2</u>	ca. 2 mio. fr.	1
Total	107.0	100	6.0	ca. 180	100

1) Cf. chap. 4.3

2) y-c. NEFF, selon enquête 1983 (réf. 3)

3) approx. 5 année du support additionnel

4) à ajouter 2 mio. fr. max. pour la prospection

Tableau II:

Ordre de priorité

Les moyens supplémentaires seront investis, selon les disponibilités, avant tout dans les secteurs principaux mentionnés sous chapitre 4., en vertu de l'ordre de priorité suivant:

PRIORITE 1

- Utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments: études des systèmes, chauffages et commandes; physique du bâtiment (perte de chaleur, apport de chaleur de l'environnement), aération (récupération de chaleur, contrôle d'humidité, polluants), diagnostic énergétique
- Energies indigènes:  
Energie solaire: production d'eau chaude, chauffage, chaleur industrielle (amélioration des rendements des systèmes, fiabilité et meilleure économie), systèmes solaires passifs et hybrides  
Bioénergie (surtout biogaz et bois)
- Stockage d'énergie (sous forme de chaleur et dans des agents chimiques)
- Utilisation de la chaleur (chauffage à distance, pompe à chaleur, rejets de chaleur)

PRIORITE 2

- Utilisation optimale de l'énergie dans des procédés industriels et artisanaux
- Centrales et installations électrosolaires
- Exploration et prospection d'uranium, de charbon, de pétrole et de gaz
- Géothermie (possibilités techniques, études de rentabilité)
- Stockage d'énergie (accumulateurs mécaniques et géologiques, piles)
- Développement d'agents énergétiques chimiques et leur application (carburants)
- Techniques du charbon (combustion, couplage chaleur-force)
- Amélioration générale de machines thermiques et électriques
- Etudes portant sur l'ensemble du système énergétique et certaines de ses composantes (relation avec l'économie et l'environnement; conséquences sociales et problèmes juridiques)
- Hydroélectricité (p. ex. les petites centrale hydrauliques)

PRIORITE 3

- Transports (recherches sur les transports ferroviaires, développement de moteurs; études de systèmes)
- Mise en valeur des ordures
- Energie éolienne

## B. ENERGIEFORSCHUNGS - KONZEPT

### 1. EINLEITUNG

Das Problem der einseitigen, weitgehend von importiertem Erdöl abhängigen, und damit risikobehafteten und ständig teurer werdenden Energieversorgung der Schweiz stellt sich im Jahr 1984, über zehn Jahre nach der ersten grossen Erdölkrise, mit kaum verminderter Schärfe, dies trotz kurzfristig sinkenden Oelpreisen. Es sind heute bedeutend verstärkte Anstrengungen der öffentlichen Hand, auf Bundesebene insbesondere auch in der Forschung, erforderlich, um dieses Problem einer Lösung näher zu bringen, und schwerwiegende politische, ökonomische und soziale Konsequenzen abzuwenden.

Das heute in der Schweiz bestehende Energieversorgungssystem, die Bereitstellung und Nutzung der Energie, kann weder im Bezug auf die Energieträger noch auf die verwendete Energietechnik als eine langfristige, über das Jahr 2000 hinaus tragfähige Lösung betrachtet werden. Allein die Verknappung der Ressourcen, besonders von Erdöl, aber auch zukünftig von Gas und ev. Uran, werden langfristig eine Aenderung sowohl der angewandten Energienutzungstechniken (z.B. für die Raumwärme), wie auch in den Techniken zur Umwandlung von Primär- in Sekundärenergieträger (z.B. Elektrizität) erfordern. Solche umfassende Umstellungen benötigen jedoch erfahrungsgemäss sehr lange Uebergangszeiten. Kurz- und mittelfristig liegt daher das Hauptgewicht auf heute grundsätzlich bekannten Gebieten, besonders der rationellen Energienutzung, der Kernspaltungstechnik und der erneuerbaren Energien, deren Techniken jedoch teils noch unausgereift und zu teuer sind. Es sind aber auch, gerade wegen der langen Vorlaufzeiten, die langfristigen Optionen - insbesondere die Fusion, neue Wege der Nutzung erneuerbarer Energie und neue Energieträger - schon heute vorzubereiten.

Diese notwendige Neuorientierung der Energieversorgung gibt der Forschung auf dem Gebiet der Energie ein grosses Gewicht.

Die Kommission für eine Gesamtenergiekonzeption (GEK) hat in ihrem Schlussbericht<sup>1)</sup> der vermehrten Förderung der Forschung, einem der vier energiepolitischen Postulate, ein grosses Gewicht beigemessen. Die Vernehmlassung zum Bericht hat gezeigt, dass dieses Postulat wenig bestritten ist. Der Bundesrat hat mehrmals seinen Willen bekundet, die Energieforschung in Zukunft zu verstärken.

Der Bundesrat hat das bundesinterne Koordinationsorgan Comité consultatif pour la recherche énergétique (COCRE) beauftragt, durch ein Energieforschungsprogramm die zahlreichen Energieforschungsak-



tivitäten des Bundes zu koordinieren und eine systematische Planung in Mehrjahresprogrammen vorzulegen.

Ausgehend von den Berichten der GEK<sup>1)</sup> und des Schweizerischen Wissenschaftsrats<sup>2)</sup>, von der Beurteilung des gegenwärtigen Standes in der Forschung, Entwicklung und Demonstration sowie der Ausbildung auf dem Gebiet der Energie in der Schweiz<sup>3)</sup> und von den Aufgaben des Bundes im Energiebereich wird hier nun das Konzept für die künftige Energieforschung des Bundes aufgestellt (Referenzen siehe Anhang IX).

Das vorliegende Konzept ist der erste Schritt der Mehrjahres-Planung. Es stützt sich auf heute vorliegende schweizerische Grundlagen (1)-(3) unter Berücksichtigung internationaler Quellen (siehe z.B.(4)-(7)). Insbesondere zeigt es übersichtsmässig den Stand und die Grundlagen der schweizerischen Energieforschung, legt die Kriterien fest, nach denen künftige Projekte des Bundes beurteilt werden sollen, definiert Forschungs-Schwerpunkte in der Uebergangszeit bis zum mittelfristig angestrebten Forschungs-Finanzrahmen und stellt die dazu notwendige Organisationsstruktur dar. Dieses Konzept ist so aufgebaut, dass eine periodische Anpassung an Veränderungen (wie technische Neuerungen, eventuelle neue Schwerpunkte, einsetzbare Mittel) im Sinne einer rollenden Planung möglich ist. Aus diesem Grund sind im Bericht die Grundsätze, die Beurteilungskriterien, die aus der Beurteilung folgenden Prioritäten (Schwerpunkte) sowie die Aufteilung der Mittel auf die einzelnen Gebiete getrennt aufgeführt.

Das Konzept beschränkt sich auf die Gegenüberstellung grösserer Bereiche der Energieforschung. Die konkrete Detailplanung ist nicht Gegenstand dieses Berichts. Es wird berücksichtigt, dass zwar im Bereich der Entwicklung eine detaillierte Zielsetzung und Planung möglich und nötig ist, in Arbeitsbereichen in der Nähe der Grundlagenforschung sich jedoch unerwartete, interessante Resultate ergeben können, die verfolgt werden sollten, wodurch eine Planung weitgehend eingeschränkt ist.

Die Möglichkeiten des Bundes sind gegenwärtig rechtlich und organisatorisch beschränkt. Zudem können die bisher eingesetzten Energieforschungs-Mittel nicht als flexibel angesehen werden, da sie oft in grösseren, nur teils mit Energie zusammenhängenden Zielsetzungen verwendet werden (z.B. Ausgaben im Schulratsbereich im Zusammenhang mit Ausbildung, im Nationalfonds verknüpft mit allgemeiner Grundlagenforschung, in der Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung mit allgemeiner Zielsetzung Industrieunterstützung). Es wird daher im Folgenden ein Konzept zum zielgerichteten Einsatz ergänzender Mittel ausgearbeitet. Für den Einsatz der bestehenden Mittel soll aber gleichzeitig durch die

aufzustellende Organisationsstruktur die Koordination der Forschungsförderung verbessert werden.

Die bedeutenden Anstrengungen, welche bis heute von verschiedenen Förderungsgremien und Institutionen des Bundes, meist in eigener Kompetenz, unternommen worden sind, sollten grundsätzlich im bisherigen Rahmen weitergeführt werden, wobei jedoch auf eine Verstärkung des Informationsaustauschs und der Koordination zu achten ist. Hingegen verlangen die zusätzlichen Anstrengungen, in welchen der Bund eine aktive Rolle in der Energieforschung zu spielen hat, das im Bericht beschriebene neue Instrumentarium.

Der Bericht unterscheidet zwischen kurz-, mittel- und langfristiger Energieforschung, da diese Kategorien in verschiedenem Masse mit Grundlagenforschung, angewandter Forschung und Industrieforschung verbunden sind und daher in der Organisation wie in der Ausführung verschiedene Organe und Institutionen betreffen.

Als kurzfristig wird im Folgenden die Forschung bezeichnet, deren Ergebnisse voraussichtlich in ca. 5 Jahren industriell eingeführt werden, als mittelfristig, falls eine kommerzielle Verwertung vor dem Jahr 2000 erwartet wird und als langfristig, wenn breite Anwendungen erst im nächsten Jahrhundert wahrscheinlich sind.

## 2. BEGRIFFE UND ABGRENZUNGEN

### 2.1. Energieforschung (was? warum?)

#### - Was ist Energieforschung in diesem Bericht?

Die Energieforschung im weitesten Sinne verstanden umfasst die Erarbeitung der wissenschaftlichen, technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen Erkenntnisse, die für die wirtschaftliche, umweltgerechte und sparsame Deckung des Energiebedarfs der menschlichen Gemeinschaft erforderlich sind. Zu ihr gehört die Grundlagenforschung, d.h. die Suche nach den relevanten, fundamentalen, wissenschaftlichen Daten und Zusammenhängen, insofern ihre Zielsetzung Bereiche der Energie betrifft (energierrelevante Grundlagenforschung), die angewandte Forschung, welche zur Lösung spezifischer praktischer Probleme die vorhandenen Wissenslücken gezielt schliessen soll und die Entwicklung, welche verfügbare Erkenntnisse für die Schaffung marktreifer neuer Produkte und Verfahren auswertet. Grundlagenforschung zur Vermehrung der Erkenntnisse um ihrer selbst willen gehört in den Verantwortungsbereich der Hochschulen und des Nationalfonds und ist nicht Gegenstand dieses Berichts (Figur 2, siehe auch Definitionen Anhang VII).

In diesem gebräuchlichen, wenn auch nicht klar abgrenzbaren Schema Grundlagenforschung - angewandte Forschung - vorausschauende Entwicklung - Produktentwicklung überdeckt die Energieforschung fast den gesamten Bereich (siehe Fig. 2). Die Forschungsgebiete aus denen sich Anwendungen im Energiebereich ergeben, sind im wesentlichen bekannt. Diese können daher teils schon im Stadium der Grundlagenforschung erkannt und zielgerichtet in die angewandte Forschung übergeführt werden. Gleichzeitig kann auch die Entwicklung stark mit der Forschung überlappen. Ein Beispiel ist die Fusionsforschung, deren Endergebnis noch ungewiss ist, aber nur dann einer Lösung näherkommt, falls "Demonstrationsprojekte mit Grundlagencharakter" aufgebaut werden. Ein Gegenbeispiel ist z.B. die Photochemie, welche längerfristig fast reine Grundlagenforschung bei voraussichtlich etwa gleichem Einsatzhorizont und geringerem notwendigem Aufwand für Entwicklung erfordert. In einem anderen Beispiel, der Entwicklung von Solarzellen, ist zwischen Weiterentwicklung und begleitender (Festkörper -) Grundlagenforschung eine enge Wechselwirkung notwendig.

Ein Entscheid darüber, ob und in welchem Zeitraum die öffentliche Hand Forschungs-Projekte unterstützen soll, bevor die marktorientierte Industrie allein eine Entwicklung durchführt, kann daher nicht auf diesen allgemeinen Kategorien beruhen,

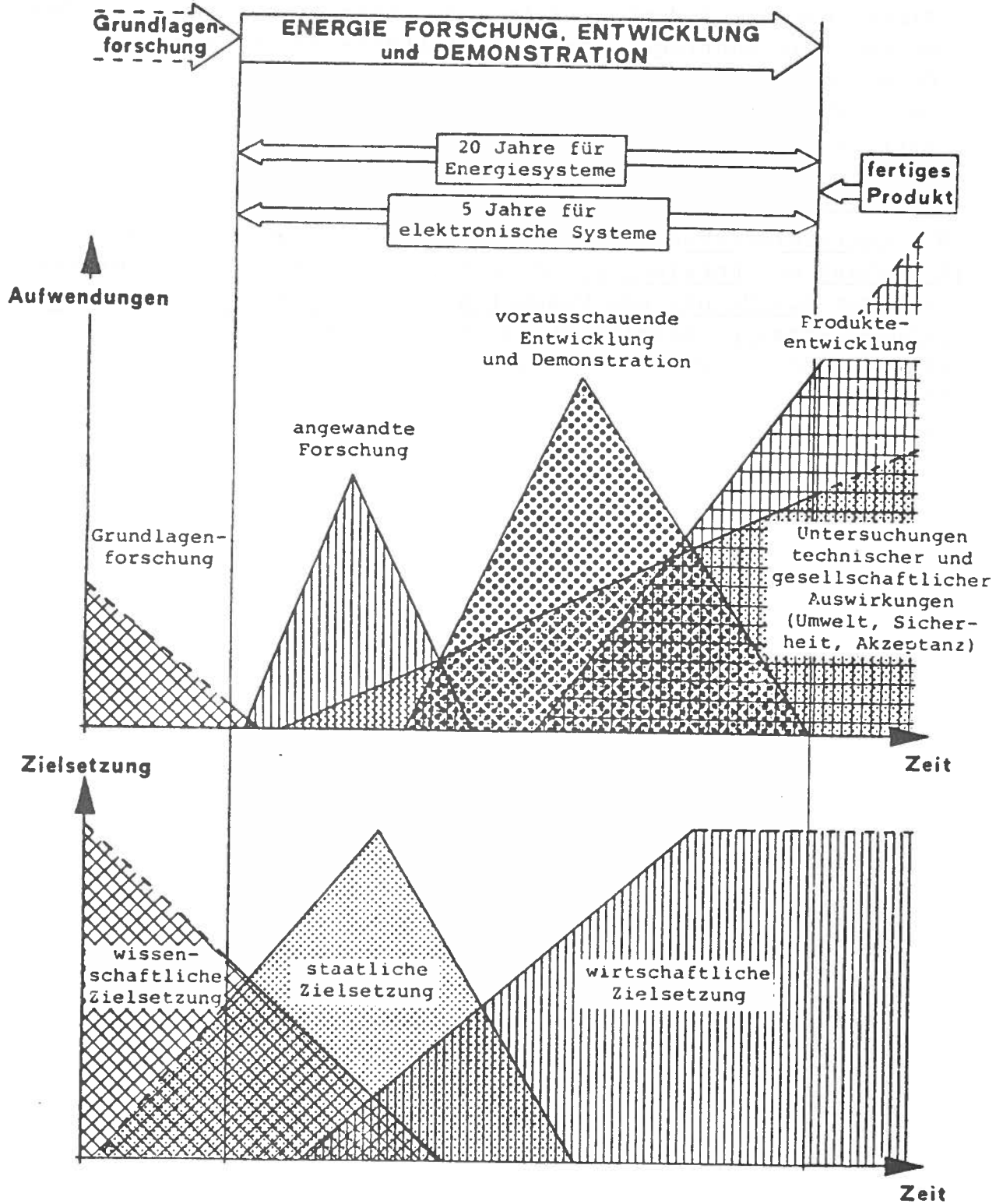


sondern ist abhängig vom Gegenstand der Forschung und in Anbetracht des Risikos von geringen oder zu langfristigen wirtschaftlichen Aussichten (return of investment) und der Gefahr eines Scheiterns des Projektes zu treffen.

Sicher hat die Industrie allein die Produktentwicklung zu übernehmen. Die Festlegung der Schnittstelle zwischen angewandter Forschung und Entwicklung hat jedoch in Absprache zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft zu erfolgen (siehe auch Kapitel 4.1.).

Mit Energieforschung wird in diesem Bericht umfassend die Forschung und Entwicklung auf Gebiet der Energie, einschliesslich der mit Pilot- und Demonstrationsvorhaben verbundenen Forschungsvorhaben, bezeichnet. Ausgeschlossen bleiben die Produktentwicklung und die Demonstrationsanlagen selbst. (Siehe auch Anhang VII.)

Figur 2 : Begriffe der Energieforschung



- Warum Energieforschung?

Die Ziele der Energieforschung liegen darin, für die Schweiz notwendige Energietechniken und -systeme zu beherrschen und diese im Hinblick auf eine ausreichende, sichere und volkswirtschaftlich optimale Energieversorgung zu entwickeln, wobei auch die Möglichkeiten des Exports im Auge zu behalten sind. Dabei sind insbesondere auch langfristig Optionen der Energieversorgung bereitzustellen.

Die Energieforschung soll dazu dienen,

I der Energieverschwendung zu begegnen, indem

- der Bedarf an Endenergie bei gleichbleibendem Nutzeffekt durch Techniken der rationellen Energieverwendung reduziert wird,
- Energieumwandlungsprozesse optimiert werden, insbesondere solche, die kein Öl verwenden,

II dem Risiko zu starker Auslandabhängigkeit (nicht nur im Erdölbereich) zu begegnen durch

- Erschliessung einheimischer Primärenergiequellen,
- Erhöhung der Versorgungssicherheit und der Wirtschaftlichkeit verschiedenster Energietechniken,

III längerfristig gangbare Wege der Energieversorgung aufzuzeigen, indem

- heute fehlende Alternativen für den Uebergang von fossilen, kurzfristigen erschöpfbaren Energiequellen zu langfristigen, sicheren Energiequellen erarbeitet werden und deren sachliche Beurteilung ermöglicht wird,
- der Einfluss verschiedener Energiesysteme auf Bereiche auch ausserhalb dieses Systems (Wirtschaft, Materialressourcen, Umwelt) schon vor der Einführung abgeschätzt werden kann,
- umweltfreundliche Energietechniken entwickelt werden,

IV die politischen, oekologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Vorbedingungen zu klären, welche für die Einführung (Akzeptanz) einer neuen Energietechnik erforderlich sind.

Es kann damit nicht das Ziel der Energieforschung sein, den richtigen Weg künftiger Energieversorgung zu zeigen. Dieser Weg ist ein politischer und wirtschaftlicher Entscheid, der sich auf ausgearbeitete Alternativen stützen muss, welche die Energieforschung zu liefern hat.

(Für die Ziele einzelner Techniken siehe Kap. 4.3.)



Die kurzfristige Energieforschung soll eine Verringerung und Umlagerung der gegenwärtigen Energienachfrage und den Uebergang auf eine weniger einseitige Energieversorgung erleichtern. Die Forschung hat damit einen direkten Einfluss auf das heutige Energieproblem, nämlich die Preissteigerungen und die Versorgungssicherheit. Allerdings sind die durch Forschung zu ändernden Strukturen des Energiesystems träge, so dass Auswirkungen der Forschung auf die Energieversorgung kurzfristig beschränkt sind.

Die mittel- und langfristige Energieforschung andererseits hat keinen direkten Einfluss auf das heutige Energieproblem. Ihre Verstärkung ist jedoch entscheidend, damit sich das Problem nicht laufend weiter verschärft. Weder die heutigen Treibstoffe, noch die Öl- und Gasheizungen, noch die Generation der im Betrieb stehenden thermischen Kernkraftwerke sind eine Lösung für die weitere Zukunft. Die Aufgabe stellt sich schon jetzt, bis zum Jahr 2000 gangbare Alternativen zum heutigen Energiesystem vorzubereiten, unter Berücksichtigung der beschränkten Ressourcen, der Versorgungssicherheit, von oekologischen, ökonomischen und sozialen Ueberlegungen, wie auch von nationalen und internationalen politischen Bedingungen. Die langen Vorlaufzeiten (es wird mit Größenordnungen der Lebensdauer der Installationen gerechnet (8)) bis zur Einführung neuer Energiesysteme erfordern ein umfassendes und weitreichendes, aber flexibles Vorgehen, welches sich auf gesicherte wissenschaftliche Ergebnisse stützen muss. Die Folgen einer zu frühen Ausrichtung in eine falsche Richtung (z.B. wegen ungenügender sachlicher Fundierung) können nämlich sehr kostspielig und unverstandene Sekundärauswirkungen einer solchen Ausrichtung (wie z.B. die Konsequenz eines starken CO<sub>2</sub> - Anstiegs) erst langfristig, dann aber katastrophal spürbar sein.

## 2.2. Relation der Energieforschung zur übrigen Forschung

Die Energieforschung, insbesondere in ihrer mittel- und langfristigen Zielsetzung, kann nicht unabhängig von der übrigen Forschung betrachtet werden:

- Verschiedenste Gebiete der allgemeinen Forschung an Hochschulen können für die Energieforschung wichtige Grundlagen liefern. Neben den hauptbeteiligten Ingenieurwissenschaften und der Physik seien hier auch die Chemie, die Biologie sowie im weiteren Sinne auch die Systemanalyse und Informatik erwähnt.

- Grössere Institute sowohl der Grundlagenforschung wie der angewandten Forschung haben die Möglichkeit, durch ihre Kenntnisse und Apparaturen parallel energetische Probleme zu behandeln wie z.B. die Entwicklung supraleitender Magnete für die Fusion am SIN oder das Projekt "Abwärmenutzung für Treibhäuser" am CERN.
- Die beschränkten personellen und finanziellen Mittel der Schweiz bringen es oft mit sich, dass sich die gleichen Personen und Institutionen mit Energie- und anderer Forschung befassen.
- Forschung und Entwicklung im Energiebereich können Anstösse für andere Forschungsbereiche oder auch andere wirtschaftlich auswertbare Produkte ausserhalb des Energiebereichs ergeben. Es ist eine kontinuierliche wechselseitige Beeinflussung anzustreben.
- Die Einbettung der Energieforschung in die allgemeine Forschung erlaubt auch die Anpassung an sich ändernde gesellschaftliche Prioritäten, welche ausserhalb des Forschungsbereiches gesetzt werden, wie Systemstudien über Sicherheit, Umwelt (Bsp. das abgeschlossene Projekt Climod) oder Sozioökonomie.
- In bestimmten Bereichen, insbesondere der spezialisierten, hochentwickelten Energietechnik, ist eventuell eine Zusammenfassung in einem Institut optimal, da so eine minimale kritische Masse erreicht werden kann und eine rationelle Nutzung einer aufwendigen Infrastruktur ermöglicht werden soll. Solche Forschungszentren können auch Dienstleistungen für andere Gebiete bringen.

Von der Energieforschung sind nur dann wirkliche Neuerungen zu erwarten, wenn sie, in engem Kontakt mit der allgemeinen Forschung, ihre Unabhängigkeit und Qualitätsmassstäbe beibehält. Besonders die mittel- und langfristige Forschung muss daher eine weitgehende politische Unabhängigkeit bewahren. Ihre Resultate dienen zudem oft nicht nur der schweizerischen Energieversorgung, sondern darüber hinaus der industriellen Neuerung und dem Export. Für kurzfristige Entwicklungen ist die Beteiligung der Industrie unerlässlich.

Die verfügbare Zeit bis zur Erreichung einer solchen besseren Energieversorgung ist begrenzt, was der Energieforschung gegenüber der allgemeinen Forschung eine erhöhte Dringlichkeit gibt.

Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen allgemeiner Forschung und Energieforschung ist unumgänglich. Durch die öffentliche Diskussion über Energiefragen hat nun aber auch die Energieforschung einen stark politischen Aspekt erhalten.

### 2.3. Relation der Energieforschung zur Energiepolitik

Die Botschaft über Grundsatzfragen der Energiepolitik vom 25. März 1981 fordert Massnahmen für eine Energiebedarfsreduktion und eine Diversifikation des Angebotes und nennt als energiepolitische Postulate

- die Verringerung des Energieverbrauchs durch rationelle Energienutzung (welche zu einem Ersatz von Energieimporten durch Kapital und Arbeit führt),
- die teilweise Substitution von Erdöl durch Kohle, Erdgas und Uran sowie durch Nutzung einheimischer, regenerierbarer Energiequellen,
- die Verstärkung der Anstrengungen für Forschung und Entwicklung der notwendigen Energietechnologien.

Die Energieforschung hat sich in ihren Zielen grundsätzlich an der langfristigen Ausrichtung der Energiepolitik zu orientieren; sie hat zu den energiepolitischen Forderungen einen ausreichenden, wirtschaftlichen und umweltschonenden Energieversorgung beizutragen.

- Zu einer ausreichenden Energieversorgung kann die Forschung durch die Erarbeitung von Techniken beitragen, welche die Schweiz vom Ausland (insbesondere von schnell wechselnden politischen und wirtschaftlichen Umständen) unabhängiger machen, ohne bisher Erreichtes zu gefährden. Allerdings führen die weltweit begrenzten Ressourcen und die Grösse der zu lösenden Aufgaben zu einem weltweiten Aktionsrahmen. Auch in der Energieforschung ist die internationale Zusammenarbeit und Arbeits- teilung unumgänglich.
- Die Forderung der Wirtschaftlichkeit gibt in der Energieforschung dem Gebiet der heute noch unwirtschaftlichen, jedoch gesamtwirtschaftlich erwünschten und in der Anwendung vielversprechenden Techniken verstärktes Gewicht. Insbesondere sollten Energietechniken in Anwendungsnähe gefördert werden, deren Einfluss auf die Energiewirtschaft und die damit verbundenen Probleme abgeschätzt werden kann.

- Eine umweltschonende Energieversorgung stellt schon heute, aber auch im Hinblick auf die Bedürfnisse der Nachwelt, dringende Fragen in den Bereichen der Sicherheit, des Umweltschutzes und der schwindenden Ressourcen, deren wissenschaftliche Abklärung unbedingt notwendig ist.

Die Ablehnung des Energieartikels in der Verfassung hat die energiepolitischen Ziele nicht für ungültig erklärt, hat jedoch einen Einfluss auf die Art, wie sie erreicht werden sollen; so erwartet man einen grösseren Beitrag der Kantone. Die Hauptlinien dieser Politik sind in der Botschaft vom 1. Juni 1983 über die Volksinitiative für eine sparsame und umweltschonende Energieversorgung bestätigt worden. Diese Politik wird sich im Forschungsbereich auf bestehende rechtliche Grundlagen, namentlich das Forschungsgesetz, abstützen.

Der Wissenschaftsrat hat sich in seinen Empfehlungen zu den notwendigen Anstrengungen in den einzelnen Energieforschungsgebieten geäussert. Der Bundesrat folgte diesen Vorschlägen, welche in den Bundesratsbeschluss über Grundsatzfragen der Energieforschung und die Botschaft über die Grundlagen der Energiepolitik übernommen wurden. Folgende Massnahmen ergeben sich daraus für die Energieforschung:

- Starke zusätzliche Förderung im Bereich der rationellen Energienutzung, mit Schwerpunkt beim Energiesparen in Gebäuden;
- Zusätzliche Förderung im Bereich der einheimischen und erneuerbaren Energien mit Schwerpunkt bei der Sonnenenergie und, in zweiter Priorität, bei der Bioenergie und Geothermie;
- Zusätzliche Förderung im Bereich der Prospektion nach neuen Energievorkommen (Uran, Kohle, Erdöl, Erdgas);
- Zusätzliche Förderung im Bereich Energieverwendung mit Schwerpunkt bei der Energiespeicherung und, in zweiter Priorität, bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Umweltbelastung;
- Erhaltung der Anstrengungen im Bereich Kernenergie (bei Durchführung dieser Massnahmen würde sich der prozentuale Anteil der Kredite der Kernenergieforschung an der gesamten Energieforschung verringern).

Zu ihrer Einführung auf dem Markt muss eine neue Energie-Technik in Pilot- und Demonstrationsanlagen erfolgreich erprobt worden sein. Nur die rein wissenschaftliche Auswertung solcher Projekte könnte heute durch den Bund gefördert werden. Hier eröffnet sich eine wichtige Aufgabe für die Kantone.



### 3. STAND DER ENERGIEFORSCHUNG

#### 3.1. Weltweite Energieforschung und die Schweiz

Die Anstrengungen in der Energieforschung sind in den meisten Ländern nach der Ölkrise 1973 stark intensiviert worden. So betrug die durchschnittliche Steigerung in den Regierungsbudgets der IEA-Länder von 1977-81 real 34%. Die Ausgaben der öffentlichen Hand pro Kopf der Bevölkerung z.B. betrug 1981 für die Schweiz 7,8 \$, für Deutschland 15.7 \$, USA 16.5 \$ und Belgien 9.8 \$ (10). Zu beachten ist aber, dass in der Schweiz der relative Forschungsaufwand der Industrie erheblich grösser ist als im Ausland.

Zusammen mit nationalen Programmen wurde auch die internationale Forschungszusammenarbeit stark ausgeweitet, einerseits durch bilaterale Abkommen, andererseits innerhalb internationaler Organisationen. Viele internationale Organisationen beschäftigen sich heute mit "Energieforschung". Die Wichtigsten dieser Organisationen, an deren Arbeiten sich die Schweiz über Bundesstellen beteiligt, gingen aus der UNO (ECE, IAEO), OECD (NEA, IEA) und EG (EURATOM, COST) hervor.

Die schweizerische Beteiligung konzentriert sich dabei auf Gebiete, welche infolge ihrer Grösse oder ihres Entwicklungsrisikos die Möglichkeiten eines Kleinstaates übersteigen (Kernspaltung, Fusion) oder welche in der Schweiz noch zu wenig entwickelt sind (gewisse Gebiete der erneuerbaren Energien).

#### 3.2. Stand Energieforschung und Ausbildung in der Schweiz

Der Umfang, die Finanzquellen und die Bereiche schweizerischer Energieforschung, welche mit öffentlichen Mitteln finanziert wird, sind im Bericht und den Projektlisten der Ref.(3) dargestellt.

Eine wichtige Rolle hat in den letzten Jahren der Nationale Energie-Forschungs-Fonds (NEFF), eine private Stiftung, welche von der Öl-, Elektrizitäts-, Gas- und Kohlewirtschaft gespiessen wird, eingenommen. Dank dieser Stiftung konnten, insbesondere im Bereich alternativer Energien, Projekte verstärkt unterstützt werden und es wurde auch eine substantielle Teilnahme der Eidgenossenschaft an Forschungs-Projekten der Internationalen Energie-Agentur ermöglicht (11).

Eine Zusammenstellung der Aufwendungen für das Jahr 1983 gibt Fig. 3. Der Aufwand der Privatindustrie ist 4 bis 5 mal höher (eine Umfrage des VSM ergab für 1979 ca. 425 Mio sFr.). Dieser umfasst jedoch vor allem anwendungsorientierte Projekte und scheint haupt-

sächlich in grossen Industrielabors konzentriert. Die Forschung in Mittel- und Kleinbetrieben dürfte, parallel mit deren allgemeinem Forschungsaufwand (12), eher unterdotiert sein.

Die Durchführung der mit öffentlichen Mitteln finanzierten Energieforschung liegt in den Händen von Hochschulen, Technika (HTL) und Privatfirmen, mit starkem Schwergewicht im Schulratsbereich, den Eidg. Technischen Hochschulen und den Annexanstalten.

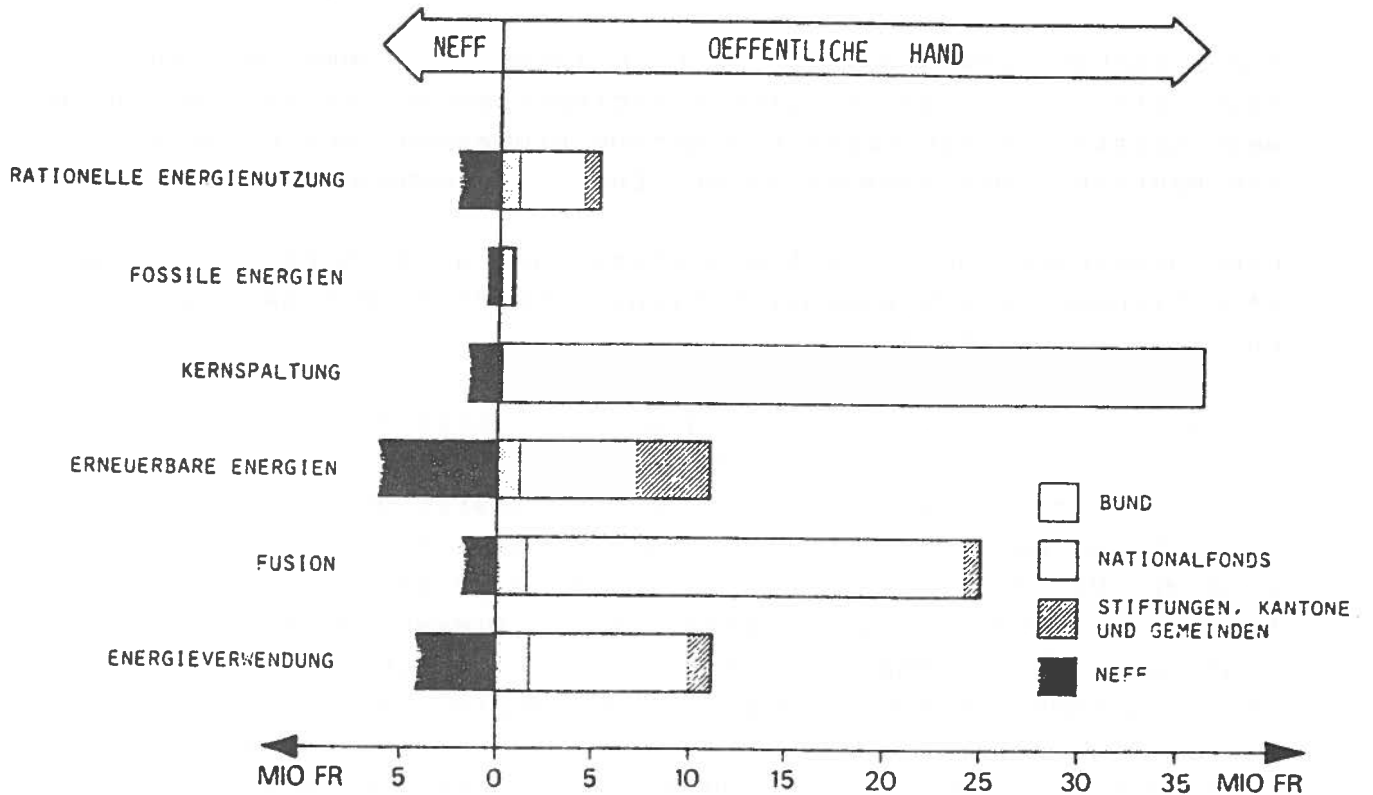
Diese Institutionen dürften auch in Zukunft zusammen mit mehreren kantonalen HTL's, welche sich Energieprojekten zuwenden und allgemein stärker in die Energieforschung einbezogen werden sollten, den Hauptteil der Zunahme in der Energieforschung übernehmen.

Eine Uebersicht über die Energieforschung an Hochschulen, an den öffentlichen Forschungsinstitutionen und HTL's mit den Hauptarbeitsgebieten gibt Anhang II.

Eng mit der Forschung und der Anwendung ihrer Resultate verknüpft ist die Ausbildung auf dem Gebiet der Energie von Fachleuten (Ingenieuren, Architekten, Baufachleuten, Installateuren etc.), von zukünftigen Forschern an Hochschulen und in der Industrie, wie auch der Oeffentlichkeit. In Anhang IV sind öffentliche Institutionen mit einem Ausbildungsprogramm in diesem Gebiet und die Hauptausbildungsthemata aufgeführt (13). Es sind nur diejenigen Veranstaltungen erwähnt, welche sich speziell mit Energieproblemen befassen; zusätzlich dazu werden in den normalen Kursen der naturwissenschaftlichen und der Ingenieur-Studienrichtungen der Hochschulen und in verschiedenen Abteilungen der HTL's Begriffe der Energie in Physik-, Chemie- und Ingenieur-Lehrveranstaltungen behandelt.

Figur 3: Aufteilung der Aufwendungen der öffentlichen Hand für die Energieforschung im Jahr 1983 (ohne Prospektion), (3b)

WER FINANZIERT 1983 WAS?



### 3.3. Heutiger rechtlicher und administrativer Rahmen des Bundes

Ein Energiekonzept hat von dem in Kap. 3.2. dargestellten Stand auszugehen und überdies eine Reihe von Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die hier nur knapp zusammengefasst werden sollen.

Die Finanzknappheit des Bundes und der damit einhergehende Personalstop erschweren eine rasche Verstärkung der Energieforschung erheblich. Eine Umlagerung der bisherigen Mittel ist aus sachlichen Gründen nicht gerechtfertigt (2),(3). Es ist weiter zu berücksichtigen, dass der Hauptteil der Energieforschungs-Mittel bisher durch Schulrat und Nationalfonds ausgegeben wurden, wo der Bundesrat nur einen indirekten Einfluss ausübt; die Energie-Resortforschung der Departemente ist gering; die direkten Aufwendungen des Bundes (vor allem Fusionsforschung und Kernspaltung in internationaler Zusammenarbeit) betragen 1983 ca. 20 Mio Fr.

Eine Verstärkung der Energieforschung sollte durch konkrete Definition der Förderungsgebiete und Vorbereitungen vor allem im personellen Bereich frühzeitig vorbereitet werden. Eine gebietsweise Abschätzung der Bedürfnisse für diese Vorbereitungsphase gibt Kap. 4.4.

Der vorgesehene Energieartikel in der Bundesverfassung (Art. 24 octies) hätte dem Bund die Kompetenz gegeben, die Entwicklung von Techniken im Energiebereich zu fördern. Nach der Ablehnung dieses Artikels fehlt nur eine derart generelle Bundeskompetenz.

Die Forschungsförderung wurde jedoch durch die Ablehnung des Energieartikels nicht tangiert. Sie stützt sich auf andere rechtliche Grundlagen, namentlich

- Forschungsartikel der Bundesverfassung (Art. 27 sexies);
- Bundeskompetenz im Bereich der Atomenergie (Art. 24 quinquies BV und Art. 2 Atomgesetz).

Daneben bestehen auf Verfassungs- und Gesetzesebene zahlreiche Sachkompetenzen des Bundes, die für den Energiebereich relevant sind und eine Förderung der Forschung und zum Teil auch der nutzungsorientierten Anwendung erlauben. Beispielhaft seien erwähnt:

- Wasserwirtschaft (Art. 24 bis BV, namentlich Abs. 1 Bst. b und Abs. 2 Bst. d);
- Umweltschutz (Art. 24 septies BV und Art. 49 Umweltschutzgesetz);
- Landesversorgung (Art. 31 bis Abs. 3 Best. e BV und Art. 21 Landesversorgungsgesetz):



- Wirtschafts- und Konjunkturpolitik (Art. 31 bis Abs. 2 und Abs. 3 Best. a bis c sowie Art. 31 quinquies BV; Bundesbeschluss über Finanzierungsbeihilfen zu Gunsten wirtschaftlich bedrohter Regionen, besonders Art. 3; Bundesgesetz über Konjunkturbeobachtung und Konjunkturerhebung, besonders Art. 2);
- Wohnungsbau (Art. 34 sexies BV und das Wohnbau- und Eigentumsförderungsgesetz, namentlich Erschliessungshilfe nach Art. 12 ff. und Bauforschung nach Art. 28).

Für alle Forschungsmassnahmen gilt übergreifend und ergänzend das Forschungsgesetz.

Erst wenn konkrete Projekte vorliegen, kann beurteilt werden, wie weit und nach welchen Grundlagen eine Förderung durch den Bund rechtlich möglich ist. Auf eine detaillierte Auflistung der Rechtsgrundlagen zu den einzelnen Bereichen wird daher in diesem Konzept verzichtet.

Die energie-, wirtschafts-, forschungs- und auch aussenpolitischen Aspekte der Energieforschung machen eine Zusammenarbeit mehrerer Departemente notwendig. Im Sinne der Anregung der GEK wurde die bundesinterne Koordination seit 1978 zwischen diesen stark verbessert. Bei einer erweiterten, aktiven Rolle des Bundes wäre diese Organisation nach Meinung des Bundesrates noch zu verstärken.

#### 4. KONZEPT FUER DIE ZUKUNFTIGE ENERGIEFORSCHUNG

Das Konzept der Energieforschung stellt die für laufende Entscheide, z.B. Programmbeteiligungen, anzuwendenden Grundsätze auf und bestimmt die längerfristig festzulegende Richtung der Forschungsanstrengungen. Die Begründung der Prioritäten und die Zuweisung neuer Mittel stützt sich auf alle durch das COCRE als relevant betrachteten Grundlagen (forschungs- und energiepolitische Grundsätze und technische Unterlagen):

Die Grundlagen waren unter Verwendung der Kriterien, welche aus der Energie- und Forschungspolitik abgeleitet werden, zu beurteilen. Das Ergebnis dieser Beurteilung ist die differenzierte Zuweisung von Mitteln an Energieforschungsbereiche, welche prioritär zu fördern sind, und parallel dazu die Festlegung der für die Förderung notwendigen institutionellen Massnahmen.

Kapitel 4.1. legt die Grundsätze der Beurteilung fest, Kapitel 4.2. und 4.3. sind das Resultat der Beurteilung, welches zusammen mit den institutionellen Massnahmen in Kapitel 4.4. das Forschungs-Konzept festlegt.

##### 4.1. Grundsätze der Beurteilung

Das Konzept geht von folgenden Ueberlegungen aus:

1. Die schweizerische Energieforschung sollte ihre Ziele einerseits an den Notwendigkeiten der Energiewirtschaft orientieren, andererseits aber auch auf die Bedürfnisse der Exportindustrie und die wirtschaftliche Entwicklung in der Schweiz ausrichten, welche Energieanlagen entwickelt und produziert. Diese Orientierung muss sowohl kurzfristige wie auch langfristige Ziele berücksichtigen, die bis in die Grundlagenforschung reichen.
2. Durch internationale Zusammenarbeit soll die Effizienz der durch die Schweiz eingesetzten Forschungsmittel verstärkt und die wegen der beschränkten Mittel schmale Basis erweitert werden, wo immer dies im schweizerischen Interesse liegt. Die Voraussetzungen für einen Erfolg solcher Zusammenarbeit sind eine aktive Teilnahme und anerkannte, hochqualitative Beiträge der Schweiz. Solche Möglichkeiten der Zusammenarbeit, besonders im Rahmen der OECD (IEA, NEA), UNO (IAEO), COST und EURATOM sind optimal auszunützen.
3. Ein Grossteil der Mittel für die Energieforschung wird heute durch die Privatindustrie aufgebracht. Um auch diese Anstrengungen für die Zielsetzungen des Bundes in der Energieforschung zu gewinnen, ist ein gezielter Einsatz von Bundesmitteln zur

Ergänzung und Beeinflussung der privaten Forschung und Entwicklung im Sinne der energiepolitischen Vorstellungen des Bundes notwendig, vor allem in Gebieten mit langfristiger Zielsetzung oder grossem Risiko.

4. Bisher hatte der Bund nur mit dem Atomgesetz einen gesetzlichen Auftrag zur Forschungsförderung, so dass dementsprechend eine "kritische Masse" nur auf dem Gebiet der Kernenergie aufgebracht wurde. Die Forschung auf dem Gebiet der Kernenergie ist unerlässlich zur Ausbildung und Erhaltung einer genügenden Zahl unabhängiger Spezialisten, die auch für die Aufsichts- und Kontrollaufgabe des Bundes eingesetzt werden können.

Die kritische Grösse ist auch im Gebiet der Kernfusion (Plasma-physik) erreicht. Die Anstrengungen beider Gebiete sind, zumindest finanziell, stark in internationale Programme integriert, deren Verpflichtungen zu respektieren sind.

5. Dieser Stand ist auf den Gebieten alternativer Energietechniken und erneuerbarer Energien noch nicht überall erreicht, und ein weiterer Ausbau ist daher notwendig. Solche Gebiete konnten in den letzten Jahren vor allem dank dem von privater Seite finanzierten Nationalen Energie-Forschungs-Fonds (NEFF) gefördert werden. Dieses Förderungsvolumen ist auch längerfristig zu sichern und zu verstärken.
6. Die öffentliche Hand hat ihre Verantwortung wahrzunehmen in den Bereichen
  - Verwirklichung der Ziele der Energieforschungspolitik
  - Ausbildung
  - Schaffung der Infrastruktur für neue wichtige Gebiete
  - Umfeld der Technik (Behandlung von Problemen der Umwelt; ökonomisches, politisches und soziales Umfeld; "impact assesement")
  - Information
7. Energieforschung kann nicht scharf begrenzt nur eine Alternative betrachten. Die Ziele sollten auf mehreren möglichen Wegen verfolgt werden, um Fehlschläge und Verzögerungen aufzufangen.
8. Es ist notwendig, zwischen der Verantwortung für die Vorbereitung von Forschungsprogrammen, über die dann der Bundesrat entscheidet, und der Aufsicht über die Durchführung einerseits und der Verantwortung für die Ausführung einzelner Programmteile andererseits zu unterscheiden. Eine Stelle ohne Forschungseinrichtung hat die Gesamtplanung durchzuführen.



9. Sowohl die bisherigen als auch neue Tätigkeiten in der Energieforschung sollten im Interesse eines rationellen Mitteleinsatzes und um Zeit zu gewinnen möglichst in bestehenden Institutionen aus- resp. aufgebaut werden.
10. Die Vielzahl der Beteiligten an der Energieforschung, welche viel grösser ist als z. B. in der militärischen und landwirtschaftlichen Forschung, erfordert nach den bisherigen Erfahrungen einen besonderen Koordinationsaufwand. Die Abstimmung der Aktivitäten zwischen den interessierten Stellen des Bundes (und die Durchführung des Gesamtprogramms) soll durch ein Organ aufbauend auf dem Comité consultatif pour la recherche énergétique (COCRE) erfolgen. Für die Ausführung der einzelnen Programme bestehen geeignete Organe (Schulrat, NF,...).

Damit ergibt sich folgende Rolle des Bundes in der Energieforschung:

Der Bund hat die Hauptaufgaben

- der Ausbildung (in Zusammenarbeit mit den Kantonen) der notwendigen Spezialisten im Bereich der Energie,
- der Bereitstellung und Sicherung der notwendigen Kenntnisse für Öffentlichkeit, Energiewirtschaft, Industrie und Behörden.

(Probleme der Ausbildung werden in diesem Bericht nur soweit bearbeitet, als sie in einem direkten Zusammenhang zur Energieforschung stehen).

Der Bund soll gemäss seiner Hauptaufgabe und Kompetenzen folgende Bereiche fördern

- Erforschung und Entwicklung langfristiger, wirtschaftlich resp. technisch risikoreicher Energie-Techniken,
- Erforschung kurz- und mittelfristiger, vielversprechender Energie-Techniken, welche beim gegenwärtigen Energiepreis noch unwirtschaftlich sind,
- die Erforschung anspruchsvoller Energietechniken, die noch mit grossem Erfolgsrisiko behaftet sind und die erst mittel- und langfristig die Marktreife erreichen können, d.h. vor allem von Techniken, welche relativ nahe bei der Grundlagenforschung liegen.
- Forschung in den Bereichen Sicherheit, Umwelt und gesellschaftliche Fragen,
- Erforschung der Systemzusammenhänge, welche privatwirtschaftlich allein nicht verfolgt werden,
- Pflege der internationalen Zusammenarbeit, wo diese zur Ergänzung und Verstärkung nationaler Projekte angebracht ist.
- Erforschung einheimischer Energien im Hinblick auf Krisenzeiten.



Die Rolle des Bundes ist unterschiedlich, je nachdem ob die Forschung eher im Bereich der Grundlagenforschung, der angewandten Forschung oder der Entwicklung liegt. In der Grundlagenforschung hat der Bund eine starke Verantwortung, welche sich auch in Zukunft in der Förderung solcher Forschung ausdrücken soll; hingegen sind eine aktive Rolle und die Möglichkeit der Zielsetzung und Planung sehr beschränkt, da sich oft nicht voraussehen lässt, ob die erarbeiteten Erkenntnisse wirklich einer Energietechnik zugute kommen werden. Je näher der Forschungscharakter gegen Entwicklung geht, desto grösser sind die Möglichkeiten einer Zielsetzung und damit einer aktiven Energieforschungs-Politik, desto stärker muss aber auch eine Zusammenarbeit mit der Industrie angestrebt werden, damit die entwickelten Techniken in die Produktion gehen und angewendet werden. Bei Vorhaben der Entwicklung ist, mit Blick auf die dann entscheidende Wirtschaftlichkeit, eine massgebliche Beteiligung der Privatwirtschaft notwendig.

Die Privatwirtschaft kann jedoch, gemäss ihrer Ausrichtung auf kurzfristige Forschungsziele, die notwendige Breite der Energieforschung nicht abdecken und langfristige, risikoreiche Entwicklungen nicht allein aufnehmen. Bei Pilot- und Demonstrationsanlagen könnte der Bund damit verbundene Forschungsvorhaben mitfinanzieren.

Für die Wahl der Forschungsthemen und die Beurteilung von Forschungsprojekten durch den Bund müssen Kriterien festgelegt werden:

Ausschlaggebend für den Erfolg jedes Vorhabens ist ein hoher Qualitätsstandard, nämlich

- die Originalität und Zielausrichtung des Forschungsplanes,
- die Kenntnisse und Begabung des Forschers, resp. Programm- oder Projektleiters,
- und die Eignung des Labors sowie der es unterstützenden Institution(en).

Das Forschungsprojekt soll, besonders in einem Gebiet, das bisher nicht bearbeitet wurde, einem Bereich angehören, welcher nach dem vorliegenden Konzept zusätzlich gefördert werden soll (prioritärer Bereich) oder sich koordiniert in die laufenden schweizerischen Bemühungen einordnen. Dabei ist zu prüfen, ob

- es den Zielen der Energieforschungspolitik genügt
- tatsächlich Lücken bestehen und ein neues Resultat angestrebt wird
- ein Lösungsweg aufgezeigt ist
- das Projekt zeitgerecht realisierbar ist
- zur Ausbildung auf dem Forschungsgebiet beigetragen wird
- der Ertrag durch internationale Zusammenarbeit erhöht werden kann

- das Projekt für die schweizerische Energieversorgung und die Industrie (Inland- und Auslandmarkt) geeignet ist
- die Abstimmung und Koordination mit der Industrie gegeben ist oder ob die Aufgabe nicht direkt durch die Privatindustrie gelöst werden kann
- das Diversifikations-Potential die Aufwendungen rechtfertigt
- ein Beitrag zur Energieeinsparung oder Erdölsubstitution gegeben ist
- die Richtgrösse 'Erntefaktor' eine Realisierung nicht fragwürdig erscheinen lässt.

Im vorgegebenen Finanzrahmen ist zu überprüfen, ob der Projektaufwand relativ zum Forschungsinhalt, sowie

- zum Total der für das betreffende Gebiet zur Verfügung stehenden Mittel gerechtfertigt ist,

und

- ob eine Beteiligung der Privatwirtschaft (resp. der durch die Forschung hauptsächlich Geförderten) möglich ist,

International durchgeführte Programme sind unter den Aspekten zu betrachten, dass

- die Schweiz dadurch Einblicke in Entwicklungen im Ausland erhält, damit fehlendes Know-how gewinnt und eigene Aktivitäten stimulieren kann und dass
- andererseits die Schweiz durch ihr Wissen bei internationalen Problemen mithelfen, technische Tendenzen mitbeeinflussen, sowie politisch und wirtschaftlich präsent sein kann.

Es ist jeweils zu prüfen, ob das internationale Programm ein kohärentes Ganzes bildet und ob im Ausland kompetente Partner beteiligt sind.

Vor allem soll eine internationale Beteiligung angestrebt werden, falls es sich um ein Grossprojekt handelt, welches sich aus finanziellen Gründen oder aus Gründen des Entwicklungsrisikos nicht sinnvoll allein in der Schweiz realisieren lässt.



## 4.2. Schwerpunkte der zukünftigen Energie-Forschungsförderung des Bundes

### 4.2.1. Orientierung der mit zusätzlichen Mitteln zu fördernden Energieforschung

Besonders in Bereichen, in denen die Infrastruktur fehlt oder schwach ist, genügt eine reaktive Forschungsförderung nicht. Eine aktive Förderung durch den Bund ist daher vorgesehen, vor allem in den Bereichen der angewandten Forschung. Es sollen Forschungs-Aufträge vergeben werden in Fällen wo

- eine Verstärkung oder ein Aufbau der Forschungskapazität notwendig ist. In solchen Fällen kann eine Verstärkung oder Schaffung der Infrastrukturen, der Aufbau von Schwerpunktszentren für einzelne Forschungsgebiete oder die Schaffung von Ausbildungsmöglichkeiten notwendig sein.
- Probleme bearbeitet werden müssen, welche zum Aufgabenbereich des Bundes gehören.

Diese Aufträge sollen je nach Gegebenheiten entweder aufgrund von Offerten oder auf Basis von Gesuchen erteilt werden.

Es ist vorgesehen, eine ungebundene Reserve zur Verfügung zu halten, welche für neue Ideen und zur Abklärung neuer Wege eingesetzt werden kann.

Nicht zuletzt die beschränkte Zahl qualifizierter und motivierter Forscher in der Schweiz setzt der Energieforschung Grenzen, insbesondere dann, wenn ein hoher Qualitätsstandard sichergestellt und keine starke Verschiebung aus anderen, wichtigen Bereichen der Forschung hervorgerufen werden soll. Es ist vorgesehen, durch Aufträge speziell auch Kreise der Höheren Technischen Lehranstalten und private Institutionen vermehrt zu aktivieren.

Es dürfte jedoch schwierig sein, die für die dargelegten Aufgaben notwendige, zusätzliche Anzahl von qualifizierten Fachleuten ca. 500 in der mittelfristigen Zielsetzung) innerhalb relativ kurzer Zeit und in der Schweiz zu finden. Es ist daher grosses Gewicht auf die verstärkte Ausbildung von Fachleuten zu legen und den Aufbau der notwendigen Infrastrukturen zu fördern. Dies bedeutet aber auch, dass die Finanzierung von Programmen über Zeitabschnitte gesichert sein muss, welche einen solchen Aufbau erlauben, d.h. mindestens über 4-Jahres-Perioden. Es ist im weiteren darauf zu achten, dass ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen permanenten und rotierenden

Stellen erreicht wird, um einerseits eine Erstarrung der Forschung zu vermeiden, andererseits aber auch die Abwanderung qualifizierter Kräfte zu verhindern.

Sofern ein bedeutender Teil der zusätzlichen Forschung im Rahmen der Forschungsorganisationen des Bundes (ETH, Annexanstalten) durchgeführt werden soll, müsste auch die Forschungsinfrastruktur in erster Linie mit zusätzlichen erfahrenen Leitern von Forschungsgruppen verstärkt werden. Dies wird gegenwärtig durch den Personalstop verhindert. Falls das Problem der Forschungsführung nicht befriedigend gelöst werden kann, könnten ganze Forschungsprojekte in Frage gestellt sein.

Der grosse Umfang der notwendigen Mittel bedeutet einen unumgänglichen, erheblichen administrativen Aufwand auf verschiedenen Ebenen.

Der Wissenschaftsrat hat unter Berücksichtigung der von ihm aufgestellten Kriterien eine wünschbare Zuteilung von Energieforschungsmitteln vorgenommen und diese in seinen Empfehlungen dargelegt (Ref.(2) und Anhang I). Das COCRE schliesst sich im vorliegenden Konzept diesen Schlussfolgerungen im Wesentlichen an und erachtet die vorgeschlagene Erhöhung und Grobzuteilung der Mittel als das mittelfristig anzustrebende Ziel (siehe Kap. 4.3.). Auch die Eidg. Energiekommission erachtet diese Aufteilung der Mittel auch in Tendenz und groben Zügen als richtig.

In der Aufbauphase bis zur Erreichung dieses Zieles und dem Aufbau der erforderlichen Kapazitäten sind Mittel, welche zusätzlich zur Verfügung stehen, besonders für prioritäre Gebiete einzusetzen. Die Mittel der anderen Gebiete sind währenddessen real zu stabilisieren.

In drei Bereichen erster Priorität (rationelle Energieverwendung, Sonnenenergie, Speicherung) werden gegenwärtig die Möglichkeiten eines konkreten, zielgerichteten Forschungsprogramms genauer untersucht. Fachleute dieser Gebiete äussern sich insbesondere über die Fragen

1. In welchen Anwendungsbereichen ist der Einsatz dieser Technik notwendig oder sinnvoll?
2. Wo liegen die Forschungs- und Entwicklungslücken? Entscheidende Detailprobleme?
3. Welches sind die wichtigsten Gesamtsysteme, welche zu untersuchen sind?
4. Welche Wirtschaftlichkeitsziele sind heute formulierbar?



5. Wie sind die personellen Möglichkeiten? Wo besteht heute schon eine Erfahrungsbasis? Ist der Ausbau/Aufbau einer Infrastruktur notwendig?
6. Welche Forschungsthemata könnten in einem 4-Jahresprogramm behandelt werden? Mit welchem Aufwand?
7. Welche realistischen Ziele können gesetzt werden?
8. Welches sind die Prioritäten?
9. Sind prinzipiell neue Lösungen zu erwarten? Sind Ansätze dazu vorhanden?
10. Ist eine internationale Zusammenarbeit anzustreben?

Die Ergebnisse dieser Arbeiten sollen später vorgelegt werden; die vorläufigen Resultate sind in Kapitel 4.3. berücksichtigt.

#### 4.2.2. Orientierung bestehender Energieforschungs-Anstrengungen

Im Bereich der Kernspaltung müssen die Anstrengungen auf dem Bereich der Reaktorsicherheit (insbesondere dadurch, dass eine genügende Anzahl kompetenter Fachleute jederzeit zur Verfügung steht) und der radioaktiven Abfälle (wo die NAGRA die Hauptverantwortung trägt) aufrechterhalten werden. Ebenso sind Fragen des Brennstoffkreislaufs und der Brennstoffentwicklung, Probleme mit eher mittel- bis langfristigem Charakter, weiter zu verfolgen. Im Hinblick auf Schwerpunktverlagerungen von heute eingesetzten Reaktortypen zu fortgeschrittenen Konzepten kommt eine internationale Beteiligung an der Entwicklung fortgeschrittener Reaktoren hinzu, besonders dann, wenn ein breiter Einsatz abzusehen ist und die Industrie sich massgeblich beteiligt.

Im Bereich der Kernfusion soll weiterhin das Hauptgewicht auf dem magnetischen Einschluss liegen, vor allem auf Grundlagenwissen (Plasmaphysik) und technisch hochentwickelten Komponenten (wie der Supraleitung), während andere Konzepte zwar im Auge zu behalten, aber nicht intensiv zu verfolgen sind.

Bei den bisher eingesetzten Mitteln in den Bereichen rationelle Energienutzung, fossile Energien, erneuerbare Energien und Energieverwendung soll gegenwärtig keine Umorientierung vorgenommen werden. Ueber eine verbesserte Koordination sollen aber die bisherigen Anstrengungen in neuen Programmen berücksichtigt werden.

Die Koordination bestehender Forschungsanstrengungen hat davon auszugehen, dass die Förderung der Energieforschung liegt heute weitgehend in den Händen des Schweizerischen Nationalfonds, des NEFF, der Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und des Schulrates, welche die Mittel entsprechend ihrer Statuten und Zielsetzungen einsetzen. Eine Koordination wird durch diejenigen Mitglieder ermöglicht, welche in mehreren dieser Institutionen Einsitz haben.

Wegen dieser Art der Kreditzuteilung können die Mittel in den einzelnen Forschungsgebieten nur a posteriori, durch Umfrage bei den Forschern, ermittelt und somit die Verteilung nur langfristig beeinflusst werden.

Eine Verstärkung der Koordination ist notwendig. Dies soll einerseits durch eine bessere Nutzung der bestehenden Strukturen und der gegenseitigen Information über die laufend behandelten Projekt-Gesuche und andererseits im Sinne des Instrumentariums des Forschungsgesetzes geschehen. Dadurch ist auch die Uebersicht über die laufenden Forschungsprojekte im Energiebereich sichergestellt, aufgrund derer der Bundesrat durch Weisungen gewisse Schwerpunkte setzen wird.

Bei einer künftigen Vergebung neuer Aufträge ist zu beachten, dass der NEFF heute einerseits einen beachtlichen Teil der Energieforschungsförderung in der Schweiz übernommen hat und andererseits die Beteiligung der Schweiz an den Forschungs-Programmen der IEA finanziell ermöglicht. Der Bund anerkennt diese wichtige Leistung der Privatwirtschaft und würde ihre längerfristige Fortsetzung sehr begrüßen. Die öffentliche Hand beabsichtigt, ihre Mittel in den von NEFF unterstützten Bereichen subsidiär einzusetzen. Da aber ein langfristiges Fortbestehen des NEFF nicht garantiert ist, muss der Bund bereit sein, seine Aufgaben allenfalls zu übernehmen.

#### 4.3. Verteilung der zusätzlichen Mittel, Schwerpunkte und Durchführung

GEK(1) Szenarien IIIc und WR(2) kamen, bei unterschiedlichem Vorgehen, auf einen notwendigen Gesamtbetrag von 150-160 Mio. Sfr. (real 1980) pro Jahr für die Energieforschung, jedoch auf eine etwas unterschiedliche Aufteilung (Anhänge I und V). Das COCRE betrachtet diesen Betrag als das mittelfristig anzustrebende Ziel, um auch in den bisher unterdotierten Bereichen den notwendigen Stand zu erreichen.



Tabelle I gibt den gegenwärtigen Stand und eine Aufstellung der gesamten Mittel wieder, welche als mittelfristiges Ziel (Richtwerte) in diesem Konzept vorgesehen sind.

Die in der ersten Kolonne der Tabelle aufgeführten Beträge geben grösstenteils Aufwendungen wieder, die der Bund heute aus den Budgets des Schulrat-Bereiches, des Nationalfonds, der Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und der Ressortforschung von Bundesämtern finanziert. Im weiteren stammen 17 Mio. Fr. aus Mitteln des Nationalen Energie-Forschungs-Fonds (NEFF).

In den Kolonnen zwei und drei sind, gebietsweise aufgeteilt, Richtwerte der gesamten Ausgaben pro Jahr (in Fr. 1983) dargestellt, die nach diesem Konzept von der öffentlichen Hand (Bund, Kantone, Gemeinden) aufzubringen sind (inklusive Nebenkosten ("overheads")). Sie basieren auf den Empfehlungen des Schweizerischen Wissenschaftsrates (siehe Anhang I), weichen jedoch dort von diesen ab, wo energiepolitisch ein grösseres Gewicht gelegt wird.

Diese Richtwerte sollen im Sinne einer rollenden Planung periodisch überprüft werden.

Die gesamte Erhöhung der jährlichen Mittel beträgt 70 bis 80 Mio. Fr. pro Jahr. Dies entspricht unter Berücksichtigung der Teuerung und der Erhöhung der Aufwendungen seit 1981 der damals vorgeschlagenen Verdoppelung.

Für die Verstärkung der Energieforschung ist in einigen Gebieten eine Aufbauphase notwendig, deren Dauer vom Forschungsbereich abhängt und in welcher fehlende Strukturen aufgebaut und detaillierte, fundierte Programme ausgearbeitet werden müssen. Erst diese detaillierten Vorabklärungen werden zeigen, ob, wie und in welchen Zeiträumen die angestrebte Verstärkung möglich ist, insbesondere in Bezug auf die notwendige Anzahl qualifizierter Forscher. Der Finanzbedarf für die jährliche Zunahme zu Beginn der Aufbauphase wird auf 10% der totalen Mittelaufstockung geschätzt ausser für Gebiete, in welchen dieser Aufbau schon aufgenommen worden ist (z.B. im Bereich Sozio-Oekonomie).

Der Anteil der vom Bund zu tragenden Aufwendungen wird davon abhängen, wie stark die Kantone bereit sind, sich in der Energieforschung zu engagieren.

Die Möglichkeiten des Bundes zur Verstärkung der Energieforschung hängt davon ab, in welchem Masse und wann die benötigten zusätzlichen Mittel im Rahmen des normalen Budgets des Bundes oder der Erträge aus einer Warenumsatzsteuer (WUST) auf Energieträger zur Verfügung stehen. Diese noch nicht festgelegten Randbedingungen werden über die Durchführbarkeit dieses Konzept oder dessen Ueberarbeitung entscheiden und seine zeitliche Abwicklung weitgehend bestimmen.

Das Konzept geht von einer Verdoppelung der Mittel des Bundes aus (Erhöhung auf ca. 180 Mio. Fr. pro Jahr) unter der Annahme, dass Mittel aus der WUST zur Verfügung stehen werden.

Falls keine solchen Mittel eingesetzt werden können, wäre eine beschränkte Erhöhung um 25 Mio. Fr. pro Jahr vorzusehen und das Programm nach der Prioritätsliste zu überprüfen.

Vorgesehen ist, dass dabei die Aufwendungen für rationelle Energienutzung in Gebäuden von 5 auf ca. 15 Mio. Fr., für Sonnenenergie von 11 auf ca. 18 Mio. Fr., für Energiespeicherung und chemische Energieträger von 5 auf ca. 8 Mio. Fr. und für die Wärmenutzung von 3 auf ca. 5 Mio. Fr. erhöht werden und für Auswertung, neue Ideen und dringende Programme ca. 2 Mio. Fr. pro Jahr eingesetzt werden.

Tabelle I: Stand der Unterstützung der Energieforschung 1983  
(inkl. NEFF) und Richtwerte für die mittelfristige Aufteilung  
der Energieforschung - Mittel der öffentlichen Hand  
(in Mio Fr. pro Jahr, Fr. 1983 ohne Inflation)

Bereich 1)	Stand <sup>2)</sup> 1983		jährliche Aufstockung zu Beginn d. Aufbauphase	3) Mittelfristiges Ziel (Richtwert)	
		%			%
I. Rationelle Energienutzung	<u>7.9</u>	7.4	<u>1.8</u>	Erhöhung auf vierfachen Betrag (ca. 32 Mio. Fr.)	18
- Industrie	1.0		0.2		
- Gebäude	5.1		1.5		
- Verkehr	1.8		0.1		
II. Fossile Ener- gieträger				Erhöhung auf vierfachen Betrag (ca. 6 Mio. Fr.)	3
- Kohle/Öl/Gas <sup>4)</sup>	<u>1.5</u>	1.4	<u>0.3</u>		
III. Kernspaltung	<u>38.0</u>	35.5	---	Reale Stabilisierung auf Wert 1980 (ca. 44 Mio. Fr.)	24
IV. Erneuerbare Energien	<u>17.3</u>	16.2	<u>1.7</u>	Verdoppelung des Betrags (ca. 33 Mio. Fr.)	18
- Sonnenenergie	<u>11.1</u>		<u>1.0</u>		
- Biomasse	3.6		0.2		
- Erdwärme	2.4		0.4		
- Wind	0.2		0.1		
V. Kernfusion	<u>26.8</u>	25.0	--	Reale Stabilisierung (ca. 27 Mio. Fr.)	15
VI. Energieverwend.	<u>15.5</u>	14.5	<u>1.5</u>	Verdoppelung des Betrags (ca. 31 Mio. Fr.)	18
- Wärme	<u>3.1</u>		<u>0.3</u>		
- Elektrizität	3.5		0.2		
- Chemische Ener- gieträger	2.5		0.2		
- Speicherung	2.7		0.6		
- unterstützende Aktivitäten, Studien	3.7		0.2		
VII. Reserve zur Unterstützung neuer Ideen	-		<u>0.5</u>	ca. 5 Mio. Fr.	3
VIII. Auswertung	-		<u>0.2</u>	ca. 2 Mio. Fr.	1
Total	107.0	100	6.0	ca. 180	100

1) siehe auch Kap. 4.3

2) inkl. NEFF, nach Umfrage 1983 (Ref. 3)

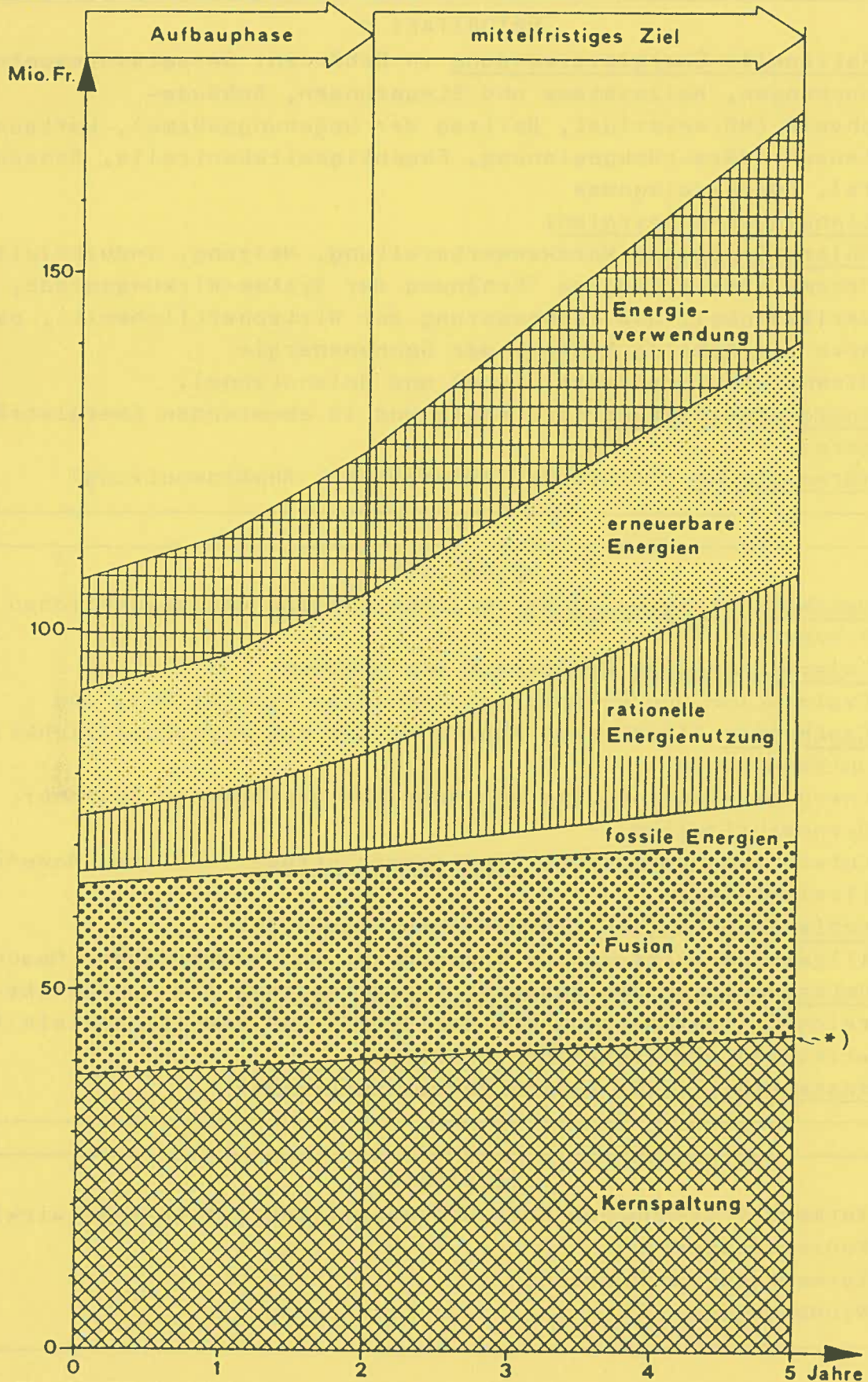
3) ca. 5. Jahr der zusätzlichen Förderung

4) dazu kommen maximal 2 Mio. Fr. pro Jahr für Prospektion



Figur 1:

Aufteilung der Energieforschungs - Mittel (nach Tabelle I)



\*) Reale Stabilisierung auf Wert 1980 (ca. 44 Mio. Fr. Wert 1983).

Je nach Verfügbarkeit der zusätzlichen Mittel sind diese vor allem in den in Abschnitt 2. genannten Hauptbereichen einzusetzen nach den Prioritäten:

PRIORITAET 1

- Rationelle Energieverwendung in Gebäuden: Gesamtsystemuntersuchungen, Heizsysteme und Steuerungen, Gebäudephysik (Wärmeverlust, Beitrag der Umgebungswärme), Luftaustausch (Wärmerückgewinnung, Feuchtigkeitskontrolle, Schadstoffe), Energiediagnose
- Einheimische Energien:  
Solare Energien: Warmwasserbereitung, Heizung, industrielle Prozesswärmeerzeugung (Erhöhung der System-Wirkungsgrade, Zuverlässigkeit und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit), passive und hybride Systeme der Sonnenenergie  
Bioenergie (besonders Biogas und Holznutzung),
- Energiespeicherung (als Wärme und in chemischen Energieträgern)
- Wärmenutzung (Fernwärme, Wärmepumpen, Abwärmenutzung)

PRIORITAET 2

- Optimale Energienutzung in industriellen und gewerblichen Prozessen
- Solarelektrische Kraftwerke und Anlagen
- Exploration und Prospektion nach Uran, Kohle, Öl, Gas
- Geothermie (Technische Möglichkeiten und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen)
- Energiespeicherung (mechanische und geologische Speicher, Brennstoffzellen)
- Entwicklung chemischer Ersatzenergieträger und ihre Anwendung (Treibstoffe)
- Kohle-Technologien (Verbrennung, Kohle-WKK)
- Allgemeine Verbesserung thermischer und elektrischer Maschinen
- Untersuchungen des gesamten Energiesystems und von Teilbereichen (Zusammenhang mit Wirtschaft und Umwelt; soziale Auswirkungen und rechtliche Probleme)
- Wasserkraft (z.B. kleine Wasserkraftwerke)

PRIORITAET 3

- Verkehr (Forschungen über Schienenverkehr, Motorenentwicklung, Konzeptstudien)
- Verwertung von Kehrricht
- Windenergie



Nicht zu fördern wären danach z.B.:

- Neue Transportsysteme und Fahrzeuge ohne industrielle Basis in der Schweiz.
- Umwandlung voluminöser Primärenergieträger mit Abfallproblemen (wie Kohleveredlung).
- Ausschliesslich exportorientierte Techniken.
- Energieumwandlungen mit grossem Bedarf an Kulturfläche in der Schweiz (wie Biomasse-Energieplantagen), hingegen wäre Biomasseproduktion auf ungenutzten Böden oder vorübergehende Produktion auf landwirtschaftlichen Flächen zu berücksichtigen.

Eine genauere Darstellung von Zielen, Hauptproblemen und Finanzaufwand ist nach Gebieten geordnet, auf den folgenden Seiten gegeben, für die Bereiche:

- 4.3. 1. Rationelle Energienutzung : Industrie
- 4.3. 2. Rationelle Energienutzung : Gebäude
- 4.3. 3. Rationelle Energienutzung : Verkehr
- 4.3. 4. Fossile Energieträger (Kohle / Oel / Gas)
- 4.3. 5. Kernspaltung
- 4.3. 6. Erneuerbare Energien: Sonnenenergie
- 4.3. 7. Erneuerbare Energien: Bioenergie
- 4.3. 8. Erneuerbare Energien: Erdwärme
- 4.3. 9. Andere erneuerbare Energien: Wind, ...
- 4.3.10. Kernfusion
- 4.3.11. Energieverwendung: Wärme
- 4.3.12. Energieverwendung: Umwandlung, Verteilung (Elektrizität)
- 4.3.13. Energieverwendung: Chemische Energieträger
- 4.3.14. Energieverwendung: Speicherung
- 4.3.15. Energieverwendung: Allgemeine Studien

Als Grundlage zu diesen Forschungs-Programmen sind in mehreren Bereichen weitere Vorarbeiten notwendig, besonders im Bereich rationelle Energienutzung sowie der Sekundärenergien und der Energieverwendung, d.h. überall, wo eine Gesamtübersicht und Systemstudien nötig sind.

Eine Uebersicht über die Forschungsstellen, welche Arbeiten in den verschiedenen Bereichen übernehmen könnten, gibt Tabelle II (siehe Seite 58).

4.3.1. BEREICH: Rationelle Energienutzung: Industrie

ZIELE:

Optimierung des Energieverbrauchs (z.B. durch Prozessoptimierung, Verwertung von Abwärme und Abfall) und Substitution von Öl (z.B. durch Kohle, wie gegenwärtig in der Zementindustrie und Gas) durch Holzabfälle in der Holzindustrie, durch Sonnenenergie für Prozesswärme mittlerer und hoher Temperaturen).

Eine Unterstützung durch die öffentliche Hand ist dort angezeigt, wo die Aufgabe zumindest das Wissen und die Mittel einer Industriebranche übersteigt oder wo Analysen über einen begrenzten Bereich hinausgehen sollten.

Auch kürzerfristige Ziele sind erreichbar, da der Erneuerungsprozess schneller ist als z.B. im Wohnbereich.

HAUPTPROBLEME:

Technische Probleme sind wegen der Breite der Anwendungen nicht zu definieren.

FINANZAUFWAND (Mio Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
1.0	1. Jahr: 0.2 2. Jahr: 0.4	1.2 1.6	4

DURCHFUEHRUNG:

- Programmplanung durch erfahrene Organe (Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung des EVD)
- Programmleitung und Durchführung der Forschung und Entwicklung vor allem durch Mandate an Industrie, ev. in Zusammenarbeit mit Hochschulen und HTL.
- Vor allem nationale Anstrengungen; bei spezifischem Industrieinteresse auch in internationalem Rahmen (IEA, COST).



4.3.2. BEREICH: Rationelle Energienutzung: Gebäude

ZIELE:

Verbesserung sowohl einzelner Komponenten im Gebäude (Materialien, Installationen, Bautechnik) als auch von ihrem Zusammenwirken als System (Kenntnis des Einflusses eines Teilsystems auf ein anderes). Vom Standpunkt der kurzfristigen Realisierbarkeit, wie auch dem hohen Verbesserungspotential, ein Bereich höchster Priorität.

Es sollten auch Grundlagen und Methoden für grössere Gebäudekomplexe und der Zusammenhang mit Raumplanung und Nutzung bereitgestellt werden.

Zielsetzung kurz und mittelfristig.

HAUPTPROBLEME:

Optimale Strategie (Abwägung möglicher Massnahmen) in Renovationen und Neubauten. Es fehlen praktische, ausgewertete Resultate, besonders über die Wechselwirkung einzelner Massnahmen. Teilprobleme sind auch die Luftqualität in Gebäuden und die Möglichkeit einfacher Energiediagnosen, Simulationstechniken, und Bewertung von Mehrfamilienhäusern mit sehr tiefem Energieverbrauch.

FINANZAUFWAND (Mio Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
5.1	1. Jahr: 1.5 2. Jahr: 3.0	6.6 9.6	25

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung durch Mandate an spezialisierte Beratungsbüros /EMPA
- Durchführung der Forschungs-Projekte durch Ingenieurbüros, ETH und HTL ; Verstärkung der Ausbildung der Baufachleute an ETH+HTL sowie Kurse für Berufsleute (Bundesamt für Konjunkturfragen).
- Sowohl nationale wie internationale Bemühungen (IEA).

4.3.3. BEREICH: Rationelle Energienutzung: Verkehr

ZIELE:

Wissenschaftliche Grundlagen energieoptimaler Verteilung der Aufgaben von privatem und öffentlichem Verkehr, Evaluierung der vom Ausland angebotenen Lösungen im Individualverkehr (Pendlerverkehr, alternative Treibstoffe, neue Systeme). Vorkehren zur Risikoverminderung bei Benzinverknappungen.

(Kurzfristig ist das heutige technische Angebot zu analysieren; langfristig ist auch für die Schweiz ein neues Konzept, im Einklang mit dem Ausland, notwendig.)

HAUPTPROBLEME:

Wirtschaftlichkeit und Attraktivität von Alternativlösungen zum bestehenden, auf dem Benzinmotor beruhenden, Strassenverkehr. Organisationsprobleme.

FINANZAUFWAND (Mio Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
1.8	1. Jahr: 0.1 2. Jahr: 0.2	1.9 2.1	2

DURCHFUEHRUNG:

- Durchführung der Forschungs-Projekte hauptsächlich durch Mandate an Industrie:  
Einbezug kantonaler und kommunaler Stellen; sozioökonomische Untersuchungen durch Universitäten.
- Möglichst in internationaler Abstimmung (COST, etc.)

4.3.4. BEREICH: fossile Energieträger (Kohle/Öel/Gas)

ZIELF:

- Prospektion/Exploration: Besserer Ueberblick über abbaubare Vorräte in der Schweiz als Funktion des Marktpreises.
- Verwendung: Entscheidungsunterlagen bezüglich optimaler Grösse der Anlagen (kW?/MW?) als Funktion der Technik (Wirbelschichtverbrennung, Kohle-Öel-Mischung etc.) und Umweltbelastung
- Vorbereitung auf und Evaluierung von potentiellen Lieferungen aus dem Ausland (Infrastruktur) von neuen synthetischen Treib- und Brennstoffen, Kohle
- Abklärung der Einflüsse auf die Umwelt

HAUPTPROBLEME:

Schwindendes Know-how in Kohleverbrennungstechnik, Unsicherheit in der Umweltbelastung durch Kohle. Speichermöglichkeiten für Gas; Wirtschaftlichkeit und Umweltprobleme.

FINANZAUFWAND (Mio.Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
1.5	1. Jahr: 0.3 2. Jahr: 0.6	1.8 2.4	6

DURCHFUEHRUNG:

Programmleitung und Durchführung der Forschungs-Projekte durch Industrie; national mit internationaler Abstimmung. Umweltforschung an Universitäten (in internationaler Abstimmung)

Im Bereich der Prospektion Öel und Gas sind maximal 10 Mio Fr. in 10 Jahren bewilligt. (Dazu sind 6 Mio Fr. für ein Inventar des geothermischen Potentials der Schweiz vorgesehen, siehe 4.3.8.)



4.3.5 BEREICH: Kernspaltung

ZIELE:

Technische Absicherung der Kernenergie (Reaktortechnik und -sicherheit, Brennstoffzyklus, Entsorgung) als wirtschaftliche, akzeptierte Energiequelle mit geringem Risiko. Dazu sind die Konditionierung und Lagerung radioaktiver Abfälle, die Sicherheit bestehender und künftiger Reaktoren, sowie Teilgebiete der Entwicklung neuer Reaktoren und des Brennstoffzyklus zu untersuchen. Weiter ist die Uranprospektion zu verstärken.

HAUPTPROBLEME:

Reaktorsicherheit, Entsorgung, Sicherung und Aufarbeitung des Wissensstandes, auch im Hinblick auf die Ausbildung unabhängiger Experten für die Behörden.

FINANZAUFWAND (Mio.Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)	Stabilisierung auf Ausgaben 1980 (pro Jahr) Richtwert
38.0	unverändert	44

DURCHFUEHRUNG:

- Durchführung der Forschungs-Projekte vor allem am EIR, teils durch Ingenieurbüros; Schwerpunktmässig international



4.3.6 BEREICH: Erneuerbare Energien: Sonnenenergie

ZIELE:

Kurzfristig sind Verbesserungen vor allem im Wärmesektor, sowohl durch aktive Systeme wie durch Anwendung von Kenntnissen über die passive Nutzung anzustreben.  
Langfristig steht die Nutzung der hohen Qualität der Sonnenstrahlung durch Photozellen, Photochemie und Hochtemperaturanwendungen im Vordergrund.

HAUPTPROBLEME:

kurzfristig: Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer, Wirkungsgrad

mittelfristig: Speicherung; optimale Wahl des Systems für die Erzeugung von Elektrizität

langfristig: bessere Nutzung der Sonnenenergie durch geeignete (chemische, ev. auch Schwungrad-) Speicher, Thermochemie

FINANZAUFWAND (Mio Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
11.1	1. Jahr: 1.0 2. Jahr: 2.0	12.1 14.1	20

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung durch Mandate an bestehende Institute (EIR, ETH-L, ETH-Z, SMA, ...)
- Durchführung an ETH, HTL, Universitäten und durch Privatindustrie
- Nationale und internationale Projekte (für internationale Zusammenarbeit auf Bundesebene im Bereich Meteorologie ist die SMA zuständig).

4.3.7. BEREICH: Erneuerbare Energien: Biomasse

ZIELE:

Optimierung der Biomasse - Nutzung: Holz (unter Beachtung aller Randbedingungen wie Erosionsschutz und Wasserreservoir-Funktion von Wäldern), landwirtschaftliche Abfälle, Klärschlamm etc. Optimierung von Standardanlagen und deren Integration in land-, holz- und forstwirtschaftliche Betriebe.

HAUPTPROBLEME:

Abklärung der konkreten Nutzungsmöglichkeiten und Prozesse, welche eingesetzt werden könnten (z.B. Nutzung von Bergwäldern, Herstellung von Industrierohstoffen als Ersatz für Erdölderivate, Nutzung von Holzabfällen). Umweltschutz bei starker Nutzung.

FINANZAUFWAND (Mio Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
3.6	1. Jahr: 0.2	3.8	6
	2. Jahr: 0.4	4.2	

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung durch Mandate an bestehende landwirtschaftliche Forschungsanstalten und ev. private Büros
- Durchführung der Forschungs-Projekte vor allem durch landwirtschaftliche Versuchsanstalten (FAT, ...), mit Unterstützung durch die Hochschulen (ETH, ...) und durch Privatwirtschaft.

4.3.8 BEREICH: Erneuerbare Energien: Erdwärme

ZIELE:

Abschätzung realistischer Nutzungspotentiale der Geothermie für die Raumheizung (Erfassung durch Sondierbohrungen, Abklärung der Verteilung der Wärme in einem Gesamtsystem sowie der Wirtschaftlichkeit verschiedener Verfahren).

HAUPTPROBLEME:

Die Wirtschaftlichkeit relativ zu anderen Fernwärmequellen und in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur und die Notwendigkeit des Einsatzes von Wärmepumpen ist erst durch Pilotanlagen genauer abzuklären. Sicherung des notwendigen Forscherpotentials.

FINANZAUFWAND (Mio.Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
2.4	1. Jahr: 0.4	2.8	6
	2. Jahr: 0.8	3.6	

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung und Forschungs-Projekte vor allem durch Mandate an ETH-Z, Universitäten und an Ingenieurbüros
- Durchführung national in enger Zusammenarbeit mit Kantonen und Gemeinden und international bei der Erforschung neuartiger geothermischer Energiesysteme (wie Hot Dry Rock).

4.3.9. BEREICH: Andere erneuerbare Energien: Wind ...

ZIELE:

Abschätzung der Möglichkeiten der Windenergie auf lokaler Ebene und deren Wirtschaftlichkeit (kleine Dringlichkeit).  
Entwicklung der Technik von "Mini-und Mikro-Hydro-" Kraftwerken, u.a. für den Export in Entwicklungsländer.

HAUPTPROBLEME:

Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit von Windmaschinen;  
Wirtschaftlichkeit kleiner Wasserkraftwerke.

FINANZAUFWAND (Mio Fr.):

Stand 1981 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
0.2	1. Jahr: 0.1	0.3	1
	2. Jahr: 0.2	0.5	

DURCHFUEHRUNG:

Schwergewicht auf Industrie, national



4.3.10 BEREICH: Kernfusion

ZIELE:

Fundierte Beurteilung der Möglichkeiten und der Grenzen von Fusionsenergieproduktion; kontinuierliche Industrieteilnahme an einer Spitzentechnologie, von der Synergieeffekte zu erwarten sind. Langfristige Zielsetzung mit Schwerpunkt auf Magneteinschluss-Prinzip.

HAUPTPROBLEME:

Unbestätigte technische Machbarkeit; noch völlig offene ingenieurmässige Realisierung.

Spezifisch: Materialprobleme.

FINANZAUFWAND (Mio.Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)	Stabilisierung, soweit dies die internationalen Verpflichtungen erlauben.
26.8	unverändert	

DURCHFUEHRUNG:

- durch CRPP, SIN, EIR, Universitäten und Industrie
- vorwiegend internationale Zusammenarbeit

4.3.11. BEREICH: Energieverwendung: Wärme

ZIELE:

Senkung des Primärenergieverbrauchs bei gleichem Endnutzen (Komfort; Prozesswärmeniveau). Die Techniken sind bekannt; kurzfristig sind die Bedingungen zu schaffen, welche ihre Beurteilung (Nebenwirkungen, Lebensdauer), Kosten und die Vergleichbarkeit verbessern.

HAUPTPROBLEME:

- Zuverlässigkeit und Lebensdauer, Kosten, Systemintegration bei Wärmepumpen, sowie Erschliessung und Nutzung der Wärmequellen.
- Realistische Potentiale und anwendbare Technik bei Wärme-Kraft-Kopplung.
- Technisch-wirtschaftliche Optimierung und Kombination mit verschiedenen Wärmequellen in Fernwärmesystemen.
- Verwendung der Wärme auf verschiedenen Temperaturniveaus,
- zeitlich und räumlich optimierte Wärmeverteilung durch geeignete Reglersysteme.

FINANZAUFWAND (Mio Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
3.1	1. Jahr: 0.3 2. Jahr: 0.6	3.4 4.0	9

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung durch Mandate an Hochschulen, HTL oder private Firmen
- Durchführung der Forschung durch öffentliche und private Institutionen, vor allem national; Beteiligung von Kantonen, Gemeinden und der Industrie

4.3.12 BEREICH: Energieverwendung: Umwandlung, Verteilung  
(Elektrizität)

ZIELE:

Verringerung der Verluste in Erzeugung, Umwandlung und Uebertragung. System/Netz-Studien zur flexiblen und sicheren Verwendung und Produktion (z.B. in kleineren Einheiten) von Elektrizität.

Untersuchungen zu den Möglichkeiten des Netzausbaus, speziell im Zusammenhang mit Umweltschutz, Siedlungsplanung und neuen Konzepten (Supraleitung).

HAUPTPROBLEME:

Verteilung: Da prioritäre (Spitäler, sensitive Produktion,..) und sekundäre (gewisse Klimaanlage, Schwimmbad-Heizung) Verbraucher weitgehend untrennbar am gleichen Netz liegen, besteht keine Flexibilität bei reduzierter Produktion. Sicherheit beim Anschluss kleiner Produzenten ist noch nicht gewährleistet.

FINANZAUFWAND (Mio.Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
3.5	1. Jahr: 0.2 2. Jahr: 0.4	3.7 4.1	4

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung und Durchführung der Forschungs-Projekte durch Mandate an Privatindustrie sowie ETH-L, ETH-Z ev. HTL (auf nationaler Ebene).

4.3.13 BEREICH: Energieverwendung: Chemische Energieträger

ZIELE:

Entwicklung von alternativen Treibstoffen und Abschätzung sowie Optimierung ihrer Einsatzmöglichkeiten in Abhängigkeit von der Verbrauchsstruktur und Umweltbelastung. Bereitstellung einer einheimischen Produktionsmöglichkeit und Vorbereitung auf eventuelle Importe.  
Langfristige Zielsetzung; gute schweizerische industrielle Basis in Chemie- und Maschinenindustrie.

HAUPTPROBLEME:

Offene wirtschaftliche Möglichkeiten; es fehlt insbesondere der Vergleich verschiedener Alternativen.  
Allgemein hohe Produktionskosten, bei Gasen Speicherproblem.

FINANZAUFWAND (Mio.Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
2.5	1. Jahr: 0.2	2.7	5
	2. Jahr: 0.4	3.1	

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung und Forschungs-Projekte durch Mandate an ETH ev. HTL (in internationaler Zusammenarbeit)



4.3.14 BEREICH: Energieverwendung: Speicherung

ZIELE:

Wirtschaftliche Langzeitspeicherung, insbesondere von intermittierend anfallender Energie erneuerbarer Quellen (z.B. Wärme bei Sonnenenergie, mechanische Energie oder Elektrizität bei Windanlagen), industrieller Abwärme und zur Verwendung saisonaler Ueberschussenergie (z.B. Elektrizität). Saisonale Speicherung für Heizung (unterirdische Warmwasserspeicher, Erdspeicher) und Gasspeicher; Erhöhung der Wirkungsgrade, Verringerung der Verluste. Erarbeitung neuer Speicherkonzepte; Kenntnis von Gesamtsystemen und deren Integration in die bestehende Struktur der Energieversorgung.

HAUPTPROBLEME:

Fehlende wirtschaftliche, chemische Langzeitspeicher und mangelnde Daten für Dimensionierung, Aufbau und Betrieb von Erdspeichern.

Systemoptimierung z.B. bei Wärmepumpen-Speicher-Systemen. Obwohl entscheidend bei der Beurteilung von Systemen, existieren wenig empirische Daten über technische Lösungen.

Heute geringes eingesetztes Forscherpotential.

FINANZAUFWAND (Mio.Fr):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
2.7	1. Jahr: 0.6 2. Jahr: 1.2	3.3 4.5	9

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung und Durchführung der Forschungs-Projekte durch Mandate an Univ.,ETH, HTL, Industrie
- Eine Aktivierung breiter Kreise ist anzustreben

4.3.15 BEREICH: Energieverwendung: Allgemeine Studien (Umwelt, Sozioökonomie, sozialwissenschaftliche Belange, etc.)

ZIELE:

Identifizierung der optimalen Beiträge konventioneller und neu entwickelter Techniken der Energieversorgung durch Abschätzung von deren wirtschaftlich-technischen und sozialen Risiken und der Belastung der Umwelt. Strategien im Falle andauernden Preissteigerungen und Versorgungskrisen. Optimale angepasste regionale Versorgung mit ev. verschiedenen Techniken. Klärung der Fragen der Versorgungssicherheit (wie Nachschub und Lagerung fossiler Brennstoffe).

HAUPTPROBLEME:

Quantifizierung der Wechselwirkung Energie - Wirtschaft, mögliche Einleitung und Konsequenzen von Substitutionsvorgängen, Fehlen eines Informationssystems und eines getesteten Modells für das Energieversorgungssystem. Fehlende Kenntnisse über schweizerische Ressourcen (Prospektion).

Auswirkungen und Bedeutung der Erntefaktoren.

Unsicherheiten betreffend der Versorgungssicherheit.

Allgemein fehlen Studien über technische und wirtschaftliche Konsequenzen (technology assessments).

FINANZAUFWAND (Mio.Fr.):

Stand 1983 (pro Jahr)	Vorbereitungsphase (pro Jahr)		Steigerung auf (pro Jahr) Richtwert
	Erhöhung	Total	
3.7	1. Jahr: 0.2	3.9	5
	2. Jahr: 0.4	4.3	

DURCHFUEHRUNG:

- Programmleitung durch Bund, Kantone, Gemeinden oder Mandate an Hochschulen oder private Firmen
- Forschung an Universitäten, ETH, kantonalen Aemtern
- vor allem national

Tabelle III Aufteilung der zusätzlichen Energieforschung auf Forschungsstellen, abgeleitet aus dem Ist-Zustand.

Institution	Gebiet									
	Rationelle Energie-Verwendung		Sonnenenergie	Bio-masse	Geo-thermie	Kern-spaltung	Fu-sion	Elekt-zitat	Sek Ener-gie-träger	Sys-tem-stu-dien
	Ge-bäude	Pro-zeesse								
ETH-Z	xx	xxx	xx	xx	xxx	xx	xx	xx	xx	x
ETH-L	xx	x	xxx	x	x	xx	xxx	x	xx	xx
EIR	x	x	xxx			xxx	xx	x	x	xx
SIN							xx	x		
EMPA	xxx		x							
EAWAG		x								x
EAFV				x						x
SMA			xx							
Landwirtsch. Forschungs-anstalten	x	x	x	xxx						
Universitäten	x		x	xx	xxx	x	x		xx	xxx
HTL	xx		xx					x	x	
Beratungsbüros	x	xx	x		xx	xx		x	x	x
Industrie (resp. Privatwirtschaft)	x	xx	x	x		xx	xx	xxx	x	

xxx Hauptgewicht

xx starke Beteiligung

x schwache Beteiligung

#### 4.4. Kompetenzen und Organisation in der Energieforschung

Im Hinblick auf eine aktive und zielgerichtete Rolle des Bundes muss die bestehende Leitungs- und Koordinationsstruktur verstärkt werden.

Abgestützt auf die Erfahrungen der bestehenden Forschungsförderung, insbesondere in den

- Nationalen Forschungsprogrammen des Nationalfonds und der
- Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung des EVD

soll eine einfache Organisationsform dem Bund eine aktive Rolle mit beschränkten Personalmitteln erlauben.

Es ist zu unterscheiden zwischen

- den Organen, welche Forschungsprogramme vorbereiten und die Gesamtverantwortung tragen (Bund) und durch welche eine breite Koordination gesichert werden muss,
- sowie den Institutionen und Organen, die Forschungsprogramme durchführen und deren Organisation und spezielle Kenntnisse einen effizienten Einsatz der Mittel gewährleisten (Programm - Expertengruppen und Programmleiter).

##### 4.4.1. Organe

In der Vorbereitung und Durchführung der Energieforschung werden zwei Stufen unterschieden:

- Gesamtplanung
- Planung, Organisation und Durchführung der Programme, in denen eine Anzahl Projekte eines Gebietes zusammengefasst sind.

Die dazu erforderliche Organisationsstruktur stützt sich auf folgende Organe (siehe Fig.4):

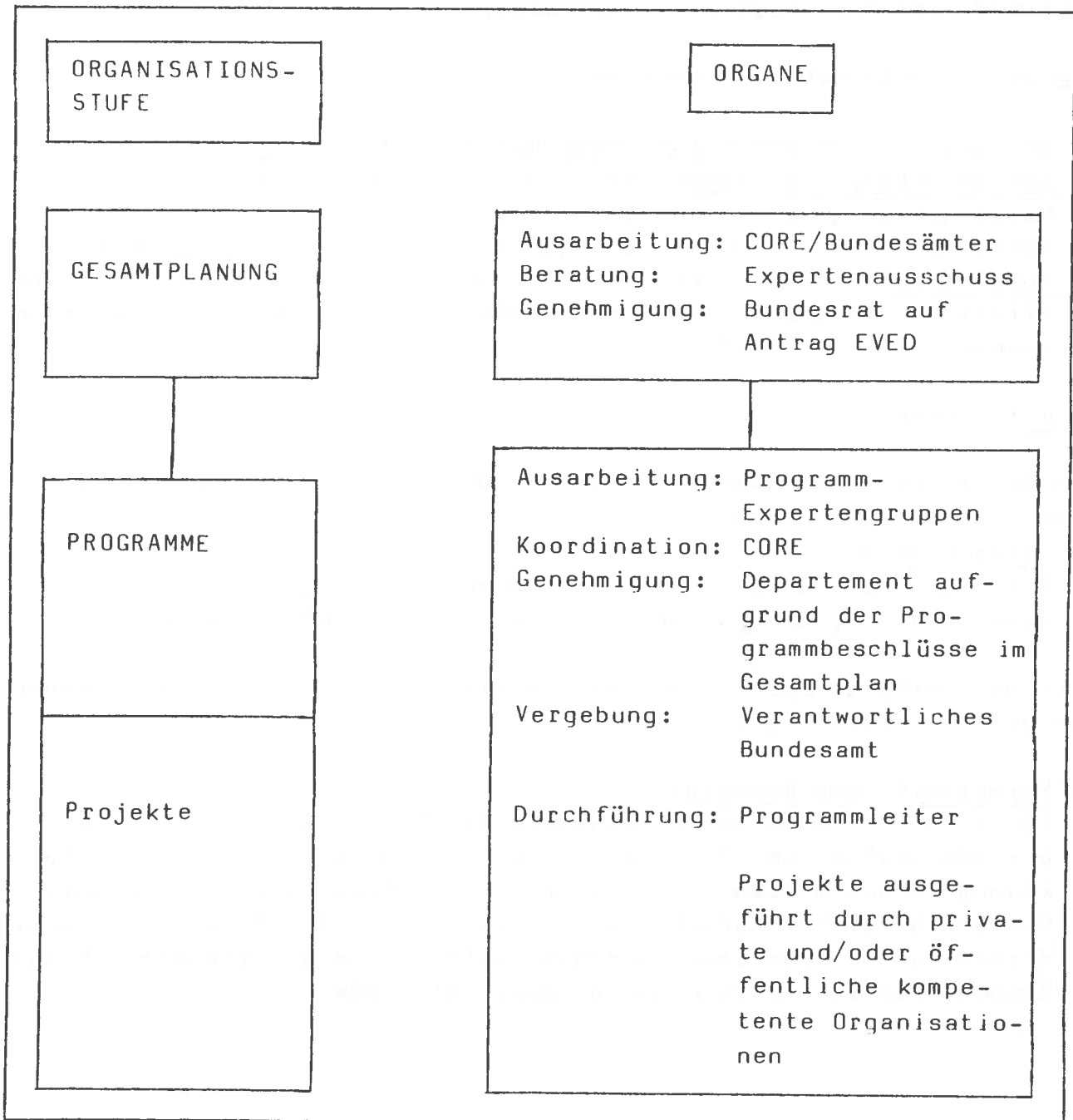
##### - Verantwortliche Bundesämter

Es ist die Aufgabe des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) die administrativen Aufgaben und die Koordination der Energieforschung zu übernehmen, ohne jedoch selbst Forschung durchzuführen. Die übergreifende Forschungskoordination und der Bereich der energierelevanten Grundlagenforschung gehören zum Aufgabenbereich des Bundesamtes für Bildung und Wissenschaft (BBW).



- Koordinationsorgan CORE (Commission fédérale pour la recherche énergétique). In der CORE sind die Bundesverwaltung, Hochschulen, die Privatwirtschaft, sowie die Forschungsförderungsorgane vertreten. Sie löst das bestehende COCRE ab. Die administrativen Aufgaben des COCRE wird dabei ein Ausschuss der CORE übernehmen. Die CORE wird durch einen Expertenausschuss beraten, welcher aus den Präsidenten der Programmexpertengruppen bestehen soll (Pflichtenheft siehe Anhang VI). Die CORE kann aber auch weitere unabhängige Experten beiziehen.

Figur 4: Organisationsstruktur



- Programmexpertengruppen (ad hoc)

Verantwortlich für Vorbereitung und Ueberwachung der neuen Energie-Forschungsprogramme und ev. für Programme in Bereichen, die der Bund direkt unterstützt (wie internationale Programme) und die ihre Sekretariate in den verantwortlichen Bundesämtern haben.

- Programmleiter

Verantwortlich für die Durchführung der Programme, deren projektweise Administration und Kontrolle.

4.4.2. Vorbereitung und Durchführung der Energie-Forschungsprogramme

Auf Stufe eines Gesamtplanes, welcher periodisch überarbeitet wird, werden die unbefristeten Zielsetzungen ausgearbeitet, nämlich

- die allgemeinen Ziele der Energieforschung
- die prioritären Forschungsrichtungen
- die Lücken, welche zu schliessen sind
- die Verstärkung der Infrastrukturen
- die Höhe der dazu notwendigen Mittel

und die Verteilung der Mittel auf die Energie-Forschungsgebiete festgelegt. Diese Stufe (von der dieser Bericht ein Teil ist) liegt in der Hand des Bundes unter Beizug wissenschaftspolitischer Gremien und Fachexperten (CORE und beratender Expertenausschuss).

Die Durchführung des Gesamtplanes erfolgt in der Form von langjährigen, umfassenden Energie-Forschungsprogrammen, mit deren Hilfe die notwendige Zielsetzung und Kontinuität, aber auch die notwendige Kontrolle und Flexibilität gewährleistet werden kann.

Die Stufe der Detailformulierung der Energie-Forschungsprogramme liegt in den Händen der ad hoc Programmexpertengruppen, welche auf Empfehlung der CORE durch das jeweils verantwortliche Bundesamt eingesetzt wird. Ihre Aufgabe ist es, in den Bereichen rationelle Energieverwendung, Nutzungstechnik, erneuerbare Energien, fossile Energieträger und neue Entwicklungen und Studien (mittel- und langfristig) Energie-Forschungsprogramme jeweils für die Dauer von typisch 4 Jahren (entsprechend der Finanzplanung des Bundes) auszuarbeiten und deren wissenschaftliche Durchführung zu überwachen.

Die Programme sollen nach folgenden Gesichtspunkten ausgearbeitet werden:

- Die Programme umfassen ein Gebiet, für welches in der Ausführung ein Programmleiter verantwortlich gemacht werden kann.
- Die Durchführung der Programme und die Ueberwachung der darin enthaltenen Projekte haben in der Hand eines kompetenten Programmleiters zu liegen, der von der Institution, welcher die

Programmleitung übertragen wird, mit dieser Aufgabe zu betrauen ist. Er sollte (wenn möglich) schon für die Ausarbeitung des Programms zugezogen werden und genügend Kompetenzen sowie die materiellen Mittel für eine wirksame Programmführung haben.

- Die Programmleiter sind in der Regel Angehörige einer Institution mit bestehender Infrastruktur.
- Auf Stufe Projekte, in denen die Einzelaspekte eines Energieprogramms bearbeitet werden, soll die Forschung so weit als möglich durch die bestehenden Organisationen (Schulratsbereich, Universitäten, HTL, Privatfirmen) nach Schwerpunktsgebieten durchgeführt werden. Für gewisse Bereiche wären noch neue Infrastrukturen aufzubauen. Neugründungen wären nur vorzusehen, falls Lücken nicht anders zu schliessen sind. Persönalmässig wäre auf dieser Stufe für Forschung und Entwicklung in einer ersten groben Abschätzung mit folgendem Aufwand zu rechnen (pro 1 Mio. Fr./Jahr zusätzliche Mittel):
  - 4 Akademiker/Ingenieure
  - 3 Techniker/Laboranten
  - 3 weitere Stellen
- Zwei Jahre vor Ablauf des Programms sollen die Abklärungen über eine ev. spätere Weiterführung aufgenommen werden und bei positiver Beurteilung ein neuer Vertrag ca. 1 Jahr vor dem Auslaufen des alten abgeschlossen werden.

Administrativ liegt nach Koordination durch die CORE, Genehmigung der Programme und der Freigabe der Finanzierung durch die verantwortlichen Bundesämter die Durchführung (und damit auch die gesamte Detailadministration, Betreuung und das Sekretariat) innerhalb des Kreditrahmens in der Hand des Programmleiters. Die Programm-Expertengruppen wirken nach Ausarbeitung der Programme als beratende Kommissionen der Ämter bei der Durchführung der Programme und beurteilen zu Händen der CORE die Rechenschaftsberichte des Programmleiters und die Fortschritte des Programms.

Die Vergabe der Projektarbeiten erfolgt, nach Antrag des Programmleiters, durch das verantwortliche Bundesamt. Ein Projekt, das den Anforderungen nicht genügt, soll in Absprache mit dem Programmleiter und nach Anhören der CORE, sowie des beratenden Expertenausschusses durch das verantwortliche Bundesamt beendet werden.

Die Verantwortlichkeiten von der Vorbereitung über die Durchführung bis zur Kontrolle in den einzelnen Stufen von Gesamtplanung bis Projekt sind schematisch in Figur 5 erläutert.

#### 4.4.3 Auswertung der Ergebnisse und Verbreitung der Information

Der Verbreitung des in der Energieforschung erarbeiteten Wissens, sowohl in nationalen wie internationalen Projekten, und dessen Aufarbeitung in eine für die Praxis brauchbare Form kommt eine zentrale Bedeutung zu. Die Bewertung der Forschungsergebnisse, ihre Überführung in Anwendungen und Möglichkeiten der Erfolgskontrolle sollen schon beim Aufbau der Energie-Forschungsprogramme beachtet werden, vor allem durch

- Beteiligung der direkt Interessierten an der Formulierung der Programme und Projekte,
- Begleitung der Programme auch im Hinblick auf Auswertung und Information,
- eine zunehmende stärkere Rolle der Industrie, je näher die Forschungs-Projekte der Entwicklung stehen,
- den Einbezug unabhängiger, ev. ausländischer Experten,
- Schulungskurse in Energietechniken,
- die Abklärung der Notwendigkeit von Forschungsinformationsstellen (ev. Datenbanken) und Anwenderinformationsstellen, welche ihre Erfahrungen in die Programmplanungen einbringen.

Die Resultate sollen verstärkt auch durch die bisherigen Kanäle (wie die Beratungsstellen Infosolar, kantonale Energieberatungsstellen, Organisation Informationsdienst Energiesparen des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Fachpresse), durch Schulungskurse und durch Zusammenfassung von Unterlagen in Informationszentren verbreitet werden.



Figur 5: Durchführung der aktiven Förderung der Energieforschung durch den Bund mit zusätzlichen Mitteln

Stufe	Schritt	<u>Verantwortung</u>	<u>Vorbereitung</u>	<u>Entscheid (Finanzierung)</u>	<u>Durchführung</u>	<u>Kontrolle der Ausführung</u>
<u>Gesamtprogramm</u>	Bundesrat durch Entscheidung über Gesamtplan	CORE/Bundesämter beraten durch Präsidenten der PEG	Parlament (Budget)	BA (Koordination durch CORE)	Parlament	
<u>Energie-Forschungsprogramme</u>	Departement aufgrund Gesamtplan	BA unterstützt durch PEG	Departement (Freigabe der Programmkredite in Budget BA)	PL	BA unterstützt durch PEG und CORE	
<u>Projekt</u>	PL für Programmdurchführung Projektleiter für sein Projekt	PL in Zusammenarbeit mit PEG	BA auf Antrag PL	Forschungsinst. des privaten und öffentlichen Bereichs	PL zu Handen BA	

CORE: Comité pour la recherche énergétique

PEG: Programm-Expertengruppe

PL: Programm-Leiter

BA: verantwortliches Bundesamt

AUSZUG AUS DEN EMPFEHLUNGEN DES SCHWEIZERISCHEN WISSENSCHAFTSRATES  
ZUR ENERGIEFORSCHUNG (REFERENZ (21))

Tabelle 2: Forschungsausgaben des öffentlichen Sektors 1979 und vorgeschlagene Aufteilung der Mittel für das Jahr 1985

Forschungsgebiet	1979		1985 (in Franken von 1979)		GEK (IIIc) %
	Mio Fr	%	Mio Fr	%	
1. <i>Rationelle Energieverwendung</i>	8,0	9,1	28,0	17,2	10
1.1. Industrie	1,4	1,6	4,0	2,5	
1.2. Gebäude	3,1	3,5	15,0	9,2	
1.3. Verkehr	0,5	0,6	1,0	0,6	
1.4. Rationelle Verwendung der Wärme- u. Elektrizität	3,0	3,4	8,0	4,9	
2. <i>„Erneuerbare“ Energien</i>	14,7	16,8	38,0	23,3	18
2.1. Sonnenenergie	10,2	11,7	20,0	12,3	
2.2. Biomasse	3,4	3,9	6,0	3,7	
2.3. Erdwärme	1,0	1,1	10,0	6,1	
2.4. Wind	0,1	0,1	1,0	0,6	
2.5. Wasserkraft	-	-	1,0	0,6	
3. <i>„Nicht erneuerbare“ Energien</i>	2,7	3,1	6,0	3,6	11
3.1. Kohle	2,5	2,9	3,0	1,8	
3.2. Erdöl	0,2	0,2	-	-	
3.3. Uran-, Erdöl- und Kohleprospektion	-	-	3,0	1,8	
4. <i>Kernenergie</i>	36,0	41,0	40,0	24,5	24
4.1. Spaltung (ohne Brutreaktoren)					
4.2. Brutreaktoren					
5. <i>Kernfusion</i>	17,4	20,0	20,0	12,2	12
5.1. Plasmaphysik					
5.2. Magnetisches Einschluss- prinzip					
5.3. Trägheits-Einschlussprinzip					
5.4. Materialforschung					
6. <i>Sekundärenergien und unterstützende Aktivitäten</i>	8,7	10,0	31,0	19,1	25
6.1. Elektrizität	2,0	2,3	5,0	3,1	
6.2. Wasserstoff und Ersatztreibstoffe	1,5	1,7	4,0	2,5	
6.3. Speicherung	0,8	0,9	12,0	7,4	
6.4. Umwelt und sozioökonomische Studien	3,3	3,8	10,0	6,1	
6.5. Systemstudien	1,1	1,3			
Total	87,5	100,0	163,0	100,0	100,0

STAND DER ENERGIEFORSCHUNG

Öffentliche Forschungsinstitute im Energiebereich und deren  
(Hauptarbeitsgebiete)

Institutionen	Hauptarbeitsgebiete im Energiebereich
<u>Institutionen des Bundes</u>	
EAWAG	Energiefragen bez. Abwasser und Abfall
EMPA	Energiesparen im Bau  (Bau-)Materialuntersuchung flüssige Treibstoffe, Rechenprogramme
EIR	Reaktorforschung, Fusion  Sonnenenergie
SIN	Systemstudien Supraleitende Magnete für die Fusion
ETH-L	Sonnenenergie, Wasserstoff, Energiesparen  unterirdische Wärmespeicherung Systemstudien Architektur/Baustudien
(-IENER) (-IREC)	Plasmaphysik für Fusion
(-CRPP)	Kernenergie Reaktorstudien, Verfahren/Steuerungen, Speicherung, Luftaus- tausch
(-LGA) ETH-Z	Festkörperprobleme, thermische/hydraulische Maschinen  Geothermie
SMA	Meteorolog. Daten
FAT (Tänikon)	Bioenergie

Institution	Hauptarbeitsgebiete im Energiebereich
<u>kantonale</u> <u>Universitäten</u> Genf (-CUEPE)	Oekonom. Studien Sonnenergie (Centre universitaire d'étude des problèmes d'énergie)
Basel	Materialfragen, rat. Energienutzung
Bern	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Photochemie und Energieumwandlung</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Anwendung der Laserphysik im Energiebereich (spez. Fusion)</div>
Zürich Neuenburg	Materialfragen Festkörperphysik unterirdische Wärmespeicherung Abfallnutzung
Freiburg St. Gallen <u>Technika</u>	Strahlenüberwachung, Plasmaphysik Sozio-Oekonomie
Biel	Solare Photovoltaik, Autos
Burgdorf	Aktive Sonnensysteme
Yverdon	Sonnenergie
Rapperswil	Lebensdauer von Kollektoren
Buchs	Wärmepumpen
Trevona	Sonnenergie
Windisch	Kerntechnik, thermische Maschinen

: Schweizerischer Forschungsschwerpunkt



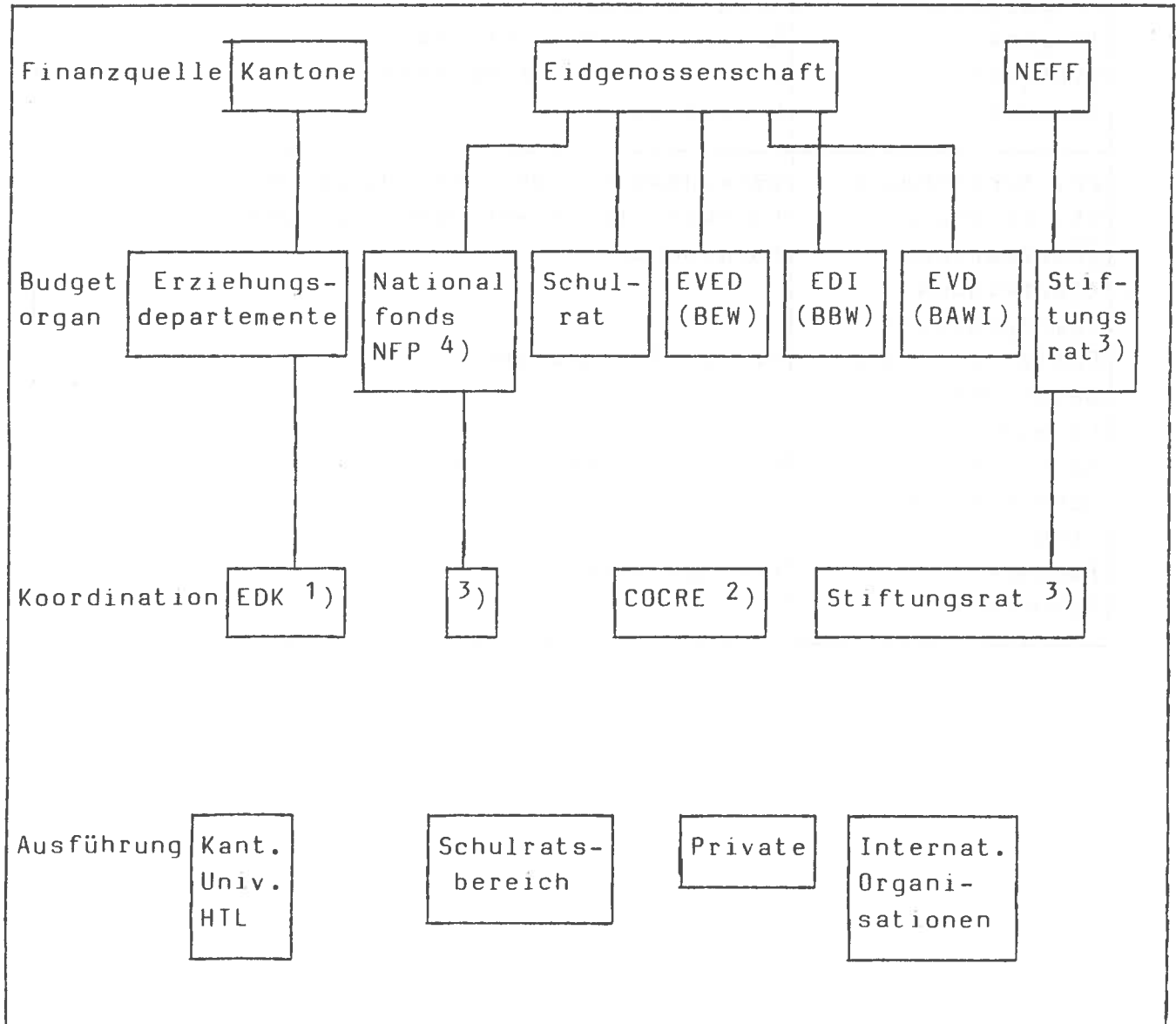
STAND DER ENERGIEAUSBILDUNG

Uebersicht über spezielle Kurse und Seminare  
im Energiebereich an öffentlichen Institutionen 1981  
 (Referenz 13)

Institution	Themata der Kurse/Seminare
ETH-Z	Nukleartechnik, Nukleare Sicherheit Kernfusionstechnik, Plasmaphysik Vorgänge in Verbrennungsmotoren Wärmetauscher, Thermische Verfahrenstechnik Kältetechnik, Elektrotechnik Nutzung der Sonnenenergie, Wärmestrahlung Optoelektronik, Solarzellen Biotechnologie, Bioenergie
ETH-L	Energiewirtschaft und -technik, Umwelt Plasmaphysik, Kerntechnik, Elektrotechnik Sonnenenergie, Energie im Bau, techn. Thermodynamik
EIR	Strahlenschutz, Sonnenenergiekurs Kurse für Reaktoroperatoren, Kerntechn.Sem.
BFK, durch versch. private u. öffent- liche Institu- tionen	Wärmetechnische Gebäudesanierung und Haus- technik (im Rahmen der Impulsprogramme)
Univ. Basel	Energie und ihre Nutzung
Univ. Bern	Plasmaphysik (Fusionsforschung)
Univ. Fribourg	Bauliches Energiesparen / Wärmeschutz Plasmaphysik
Univ. Genève	Analyse de la construction et techniques alternatives, energie solaire, analyse de systeme
Univer. Neuchâtel	Energie, biosphère et biomasse, Allgemeine Energieprobleme
Handelshochschule St. Gallen	(Energiewirtschaft) Wirtschaftsprognosen
Univ. Zürich	Planungsprobleme, Bioenergetik, Plasmachemie Grundsatzfragen
Ingenieurschulen: beider Basel, MuttENZ	Recycling und Abfallwirtschaft Nachdiplomstudium Energietechnik (Projekt)
Biel	Allg. Energietechnik

Brugg-Windisch Buchs Fribourg Genève Grenchen- Solothurn Trevona Winterthur Yverdon	Kerntechnik, Energietechniken Thermische Systeme Thermische Maschinen Cours de chauffage  Allg. Energietechnik Energie im Bau (Projekt) Energiefragen im Bauwesen Energétique
Kt. Schaffhausen Kt. Fribourg (Entreprises électriques fribourgeoises) Ecole cant. des beaux arts - Lausanne Association Genevoise des communes Fachschule Arenenberg	Wärmedämmung (Weiterbildungsseminar) Fachkurs für Elektromonteure über Wärmeschutz  Design énergétique  Cours de formation pour concierges  Energiefragen

Schema der heute bestehende Organisation der Energieforschung der öffentlichen Hand



1) Erziehungsdirektorenkonferenz

2) Comité consultatif pour la recherche énergétique

3) Bundes-Vertretung in Expertengruppe NF und Stiftungsrat NEFF

4) NFP: Nationale Forschungsprogramme

Vorschläge zur Aufteilung der staatlichen Förderungsmittel für Energieforschung nach GEK (1)

**Tabelle 4.4** Mögliche prozentuale Aufteilung der staatlichen Förderungsmittel für Energieforschung (im Zeithorizont 1985)

Szenarien	I	II	IIIa	IIIb	IIIcG	IIIcF	IIId Variante Mehrheit	IIId Variante Minderheit	Externer Vorschlag
<b>1. Primärenergiequellen</b>									
— Sonnenenergie, Wind, Biomasse	5 %	7 %	5 %	7 %	11 %	10 %	12 %	18 %	27 %
— Erdwärme	~0 %	~0 %	3 %	3 %	7 %	7 %	6 %	6 %	4 %
— Einheimische Primärenergie	0 %	0 %	0 %	3 %	7 %	6 %	6 %	6 %	3 %
— Fortgeschrittene Kernspaltungsanlagen	42 %	30 %	30 %	20 %	17 %	15 %	19 %	16 %	16 %
— Thermonukleare Fusionsanlagen	16 %	15 %	21 %	12 %	12 %	11 %	12 %		
<b>2. Energieumwandlungsprozesse und Speicherung</b>									
— Therm. Maschinen, Abwärmennutzung, Speicherung	10 %	13 %	13 %	13 %	12 %	16 %	12 %	18 %	18 %
— Wasserstofftechnologie	1 %	1 %	3 %	3 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
— Elektr. Energietechnik	5 %	6 %	4 %	14 %	9 %	10 %	9 %	7 %	7 %
<b>3. Sicherheit und Umweltbelastung</b>									
— Sicherheitsforschung von Energiesystemen	8 %	8 %	8 %	8 %	7 %	6 %	6 %	6 %	8 %
— Umweltbezogene Energieforschungsprobleme	7 %	8 %	7 %	7 %	7 %	7 %	6 %	6 %	8 %
<b>4. Systemstudien über energiepolitische Optionen, inkl. Umweltaspekte, sowie ökonomische Forschung</b>									
— Systemstudien über energiepolitische Optionen, inkl. Umweltaspekte, sowie ökonomische Forschung	3 %	5 %	3 %	4 %	3 %	3 %	4 %	6 %	6 %
<b>5. F + E zu Energiesparmassnahmen</b>									
— F + E zu Energiesparmassnahmen	3 %	7 %	3 %	6 %	4 %	5 %	4 %	7 %	7 %
<b>Gesamtbeitrag des Bundes an die Energieforschung in Mio Fr./Jahr (entspricht 100%)</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>



Pflichtenheft CORE (Commission fédérale pour la recherche  
énergétique)

CORE ist eine beratende Kommission des Bundesrates, verantwortlich für die systematische Planung der Energieforschung des Bundes (Mehrjahresprogramme), die Koordination der Energieforschungsförderung des Bundes sowie die Information und Verbreitung der Resultate. Sie berät auch die Bundesämter, resp. Departemente, welche die Mehrjahresprogramme ausführen. CORE prüft und begleitet die internationalen Programme auf diesem Gebiet, insbesondere die Beteiligung an der IEA, welche gegenwärtig grösstenteils durch den NEFF ermöglicht wird. Die Aufgaben der CORE sind:

1. Aufstellung der Mehrjahresprogramme

- Erstellung eines Forschungs-Konzepts und dessen rollende Ueberarbeitung, beraten durch einen Expertenausschuss.
- Identifikation bestehender Lücken (durch Konsultationen von Experten, Auswertung von Umfragen über Stand der Energieforschung etc.).

2. Aufstellung und Begleitung der Energieprogramme

- Anträge an Bundesämter zur Einsetzung und personellen Zusammensetzung von Expertengruppen zur Erarbeitung von Energieprogrammen.
- Prüfung vorgelegter Energieprogramme.
- Koordination der Energieprogramme, Prüfung der Durchführungspläne der Programme (Finanzrahmen, Abstimmung mit anderen Programmen, Eignung der Institutionen und Leitung, Konzept der Resultatevaluation).
- Beratung der Departemente bei den Anträgen über die Energieprogramme.
- Ueberwachung und Auswertung laufender Energieprogramme unter Beizug der Expertengruppen.

- Berichterstattung an den Bundesrat nach Abschluss eines Programms über dessen Zielerfüllung.
- Beantragung der Einstellung eines Programms bei negativer Beurteilung der Zwischenresultate an zuständiges Amt z.Hd. des Departements.
- Erarbeitung der Musterverträge für Programmandate und Projektverträge.

### 3. Aufstellung von Richtlinien und Koordination

- Gesamtkoordination der Bundes-Energieforschung im Rahmen der bestehenden Instrumente.
- Erarbeitung von Vorschlägen für die Bewertung/Information.
- Erarbeitung einer Wegleitung zu Handen von durchführenden Institutionen und Forschern über die Voraussetzungen und Möglichkeiten in der zusätzlichen Energieforschungsförderung des Bundes (Weisungen für Beitragsempfänger).
- Verfolgung der Entwicklung der Energieforschung (national und international).

### 4. Beteiligung an internationalen Energie-Forschungsprogrammen

- Vorprüfung von neuen internationalen Energieforschungsprogrammen sowie Begleitung und Koordination der bestehenden Programme (IEA, EURATOM, etc.).

Definitionen im Bereich Energieforschung

1. Forschung, Entwicklung und Demonstration (FE+D)

a) Grundlagenforschung\*)

Grundlagenforschung sind alle Forschungsarbeiten, die ausschliesslich auf die Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse gerichtet sind, ohne überwiegend an dem Ziel einer praktischen Anwendbarkeit orientiert zu sein.

b) Angewandte Forschung\*)

Angewandte Forschung umfasst alle Anstrengungen, die auf die Gewinnung neuer wissenschaftlicher oder technischer Erkenntnisse gerichtet sind. Sie bezieht sich jedoch vornehmlich auf eine spezifische praktische Zielsetzung oder Anwendung.

c) Vorausschauende Entwicklung\*)

Vorausschauende Entwicklung ist die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse, um zu neuen oder wesentlich verbesserten Materialien, Geräten, Produkten, Verfahren, Systemen oder Dienstleistungen zu gelangen. Ein wirtschaftlicher Gewinn ist nur auf längere Frist zu erwarten (5-15 Jahre).

d) Demonstrations - Projekte

Demonstrationsprojekte sind der vorausschauenden Entwicklung beigeordnet. Sie sind gekennzeichnet durch ihre Grösse und ihre Bedeutung in der Abklärung der Wirtschaftlichkeit. Es werden unterschieden:

---

\*) basierend auf: OECD; Allgemeine Richtlinien für statistische Uebersichten in Forschung und experimenteller Entwicklung  
Frascati - Handbuch II

d-1) Pilotprojekte, mit denen die technische Realisierbarkeit von Energiesystemen in schweizerischen Verhältnissen gezeigt werden soll. Diese "Demonstration" erfolgt in einem Massstab, der die Bestimmung wissenschaftlicher, technischer und wirtschaftlicher Daten erlaubt, welche auf Stufe der Laboratorien nicht gewonnen werden können.  
Im Falle von Komponenten wird von technologischen Modellen gesprochen.  
Dieser Schritt ist eine notwendige Vorstufe der Entwicklung industrieller Produkte.

d-2) Systemversuche, mit denen die Anwendung einer Energietechnik gezeigt werden soll, welche in der Schweiz noch nicht gebräuchlich ist. Sie soll dadurch einer strengen technischen und wirtschaftlichen Beurteilung im Hinblick auf eine eventuelle kommerzielle Einführung unterworfen werden.

Beispiele von laufenden Demonstrationsprojekten in der Schweiz

<u>Bereich</u>	<u>Projektart</u>	<u>Art der Finanzierung</u>
<u>Pilotprojekte:</u>		
- Kohleverbrennung	Wirbelschichtverbrennung	Energieforschungsförderung 50% Industrie 50%
- Wärmespeicherung	Stockage Pilote d'Energie par Ouvrage Souterrain SPEOS	Energieforschungsförderung 100%
<u>Systemversuche</u>		
- Fernheizung	System PLENAR (Olten) (Niedertemperaturwärme)	Hauptsächlich private Mittel, mit Beteiligung der Energieforschungsförderung
<u>Vollständiges Demonstrationsprojekt</u> (Pilotprojekt gefolgt von Systemversuch)		
- Passive Nutzung der Sonnenenergie für Heizungszwecke	"SOLARTRAP" • Realisierung eines Modells im Massstab 1:3  • Realisierung im Massstab 1:1	Energieforschungsförderung 95% Private Mittel 5%  Energieforschungsförderung 5% Private Mittel 95%



e) Produktentwicklung

Sie enthält alle Arbeitsschritte, die der Herstellung eines verbesserten oder neuen Produkts oder der Verwendung eines neuen Verfahrens vorangehen: Entwurf, Konstruktion, ev. Herstellung und Test von Prototypen oder Installationen auf Stufe der Laboratorien oder Pilotversuche im Rahmen von - auf wirtschaftlicher Basis vorgegebenen - Spezifikationen.

2. Untersuchungen im Bereich der Energie

Erarbeitung eines systematischen Ueberblicks über den Stand einer Energietechnik im Hinblick auf ihre Anwendung auf die Lösung spezifisch schweizerischer Probleme. Untersuchungen von technischen und gesellschaftlichen Auswirkungen der Einführung einer Technik (Umwelt, Sicherheit,...). Solche Studien können definitionsgemäss die Bereiche Forschung, Entwicklung und Demonstration überdecken.

Abkürzungen

1. Institutionen, Organe

BBW	Bundesamt für Bildung und Wissenschaft
BEW	Bundesamt für Energiewirtschaft
CERN	Centre européen de la recherche nucléaire, Genf
COST	Coopération Européenne dans le Domaine de la Recherche Scientifique et Technique (Communautés Européennes)
COCRE	Comité Consultatif pour la Recherche Energétique (Bundesorgan)
CORE	Commission fédérale pour la recherche énergétique
CRPP	Centre de recherche en physique des plasmas, EPF-L
EAFV	Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf
EAWAG	Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
ECE	Economic Commission for Europe (UNO)
EG	Europäische Gemeinschaft
EIR	Eidg. Institut für Reaktorforschung
EMPA	Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt
EPF-L	Ecole polytechnique fédérale - Lausanne
ETH-Z	Eidg. Technische Hochschule - Zürich
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
FAT	Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon
GEK	Gesamtenergiekonzeption
HTL	Höhere Technische Lehranstalt / Ingenieurschule
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation (Wien)
IEA	Internationale Energie-Agentur
KWF	Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung des Eidg. Volkswirtschaftsdepartements
NEA	Nuclear Energy Agency (der OECD)
NEFF	Nationaler Energie-Forschungs-Fonds
NF	Schweizerischer Nationalfonds
SR	Schweizerischer Schulrat
SIN	Schweizerisches Institut für Nuklearforschung
SMA	Schweizerische Meteorologische Anstalt

2. Technische Abkürzungen

HTR	Hochtemperatur-Reaktor
JET	Joint European Torus
LWR	Leichtwasser-Reaktor
KW	Kraftwerk
kW	Kilowatt
MW	Megawatt
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung
WP	Wärmepumpe

Referenzen

- (1) Eidg. Kommission für die Gesamtenergiekonzeption, Das schweizerische Energiekonzept, Schlussberichte (Bern, November 1978)
- (2) Schweizerischer Wissenschaftsrat, Bericht und Empfehlungen zu Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Energie in der Schweiz, Wissenschaftspolitik 4 (1980) 181
- (3)a) Bundesamt für Bildung und Wissenschaft, Bundesamt für Energiewirtschaft, Bericht über die mit öffentlichen Mitteln finanzierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Energie in der Schweiz, Wissenschaftspolitik 4 (1980) 211
- b) Liste der Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrations-Projekte auf dem Gebiet der Energie in der Schweiz 1983, Serie D (BBW/BEW, Herbst 1983)
- (4) International Energy Agency, A Group Strategy for Energy Research, Development and Demonstration (OECD, Paris, 1980)
- (5) Programm Energieforschung und Energietechnologien 1977-1980 (BMFT, Bonn, 1977)
- (6) Crucial Choices for the Energy Transition (Commission of the European Communities, Brüssel, 1980)
- (7) National Research Council, Report of the Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems (CONAES) (Washington, 1979)
- (8) W. Häfele, Perspektiven langfristiger Energieversorgung, Umschau in Wissenschaft und Technik 20 (1979) 629
- (9) B. Fritsch, Ueber die partielle Substitution von Energie und Ressourcen durch Wissen, Projekt ZENCAP, IFW-ETH-Z, Nr. 49 (1979)
- (10) Energy Research, Development and Demonstration in the IEA-Countries, 1981, Review of National Programmes (OECD, 1982)
- (11) Energieforschung im Rahmen der Internationalen Energie-Agentur (IEA) 1980, Wissenschaftspolitik 2 (1981)
- (12) A. Cerletti; Wie kann eine Unternehmung die weltweite Entwicklung in der Technik parieren?, Management-Zeitschrift 48 (1979) 2,52
- (13) Umfrage über die Ausbildung auf dem Gebiet der Energie (Bundesamt für Bildung und Wissenschaft / Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern, 1981)