



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH
GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG

**Programmgruppe Systemforschung
und technologische Entwicklung**

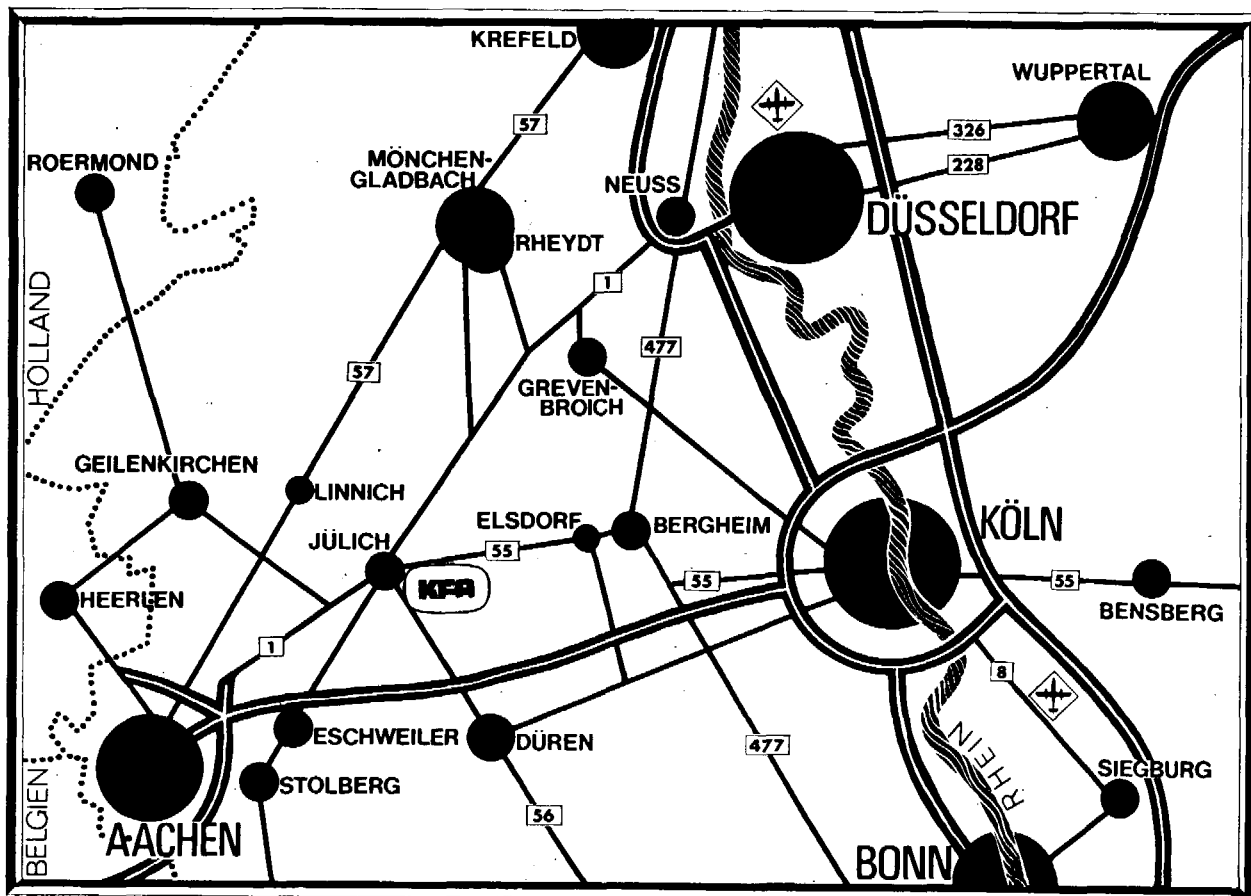
Übersicht über öffentlich geförderte Energieforschung

von

U. Möller

JüI - 1051 - SE
März 1974

Als Manuskript gedruckt



Berichte der Kernforschungsanlage Jülich - Nr. 1051

Programmgruppe Systemforschung und technologische Entwicklung Jül - 1051 - SE

- Dok.: Power Economy - Fundamental Research
- Power Economy - Public Funds
- Power Economy - System Analysis
- Energy Generation - Research Programs
- Energy Generation - Future Aspects
- Energy Generation - Economic Aspects
- Energy Generation - Electric Energy
- Energy Generation - Process Heat
- Energy Generation - Synthetic Gas
- Energy Resources - Nuclear Fuels
- Energy Resources - Fossil Fuels
- Energy Resources - Economic Aspects
- Energy Consumption - Future Aspects
- Energy Consumption - Economic Aspects

Im Tausch zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH,
Jülich, Bundesrepublik Deutschland

Übersicht über öffentlich geförderte Energieforschung

von

U. Möller *

* Assoziierter Mitarbeiter der Programmgruppe
für Systemforschung und technologische Entwicklung (STE)

Gliederung

	Seite
Zusammenfassung	1
Vorwort	4
Gesprächspartner	6
Begriffsdefinitionen und Grundlagen	7
1 Einleitung	11
2 Zielsystem Energieforschung	19
2.1 Verfahren	21
2.2 Abgrenzung und Diskussion	22
2.3 Übersicht über Energieforschungsinhalte	24
2.4 Übersicht über die Verteilung öffentlicher Mittel für Energieforschung(Allokation)	59
3 Allgemeine Anregungen	67
4 Anlagen	72
5 Abkürzungsverzeichnis	85
6 Quellenverzeichnis	87
7 Tabellen	91

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

- Abb. 1 a : Primärenergieverbrauch und -Zusammensetzung in der BRD seit 1957
- 1 b : Voraussichtliche Entwicklung des Primärenergie- und Endenergieverbrauchs der BRD
- Tab. 1 : Gebräuchliche Energie- und Leistungseinheiten sowie charakteristische Verbrauchsdaten
- Abb. 2 : Preisabhängigkeit der Elektrizität von den Uranerzkosten
- Tab. 2 : Energieinhalt der globalen fossilen Quellen
- Abb. 3 : Beziehung zwischen Energieverbrauch und Brutto-sozialprodukt - jeweils pro Kopf der Bevölkerung
- Tab. 3 : Nutzung der Energie nach Verbrauchssektoren
- Abb. 4 : Zur Abhängigkeit verschiedener Länder von Energieimporten
- Tab. 4 : Häufigkeit und Gesamtnutzungsgrad verschiedener Heizungsarten
- Abb. 5 a : Vergleich der prozentualen Zusammensetzung von und b Primärenergieeinsatz und Verbrauchssektoren zwischen USA und BRD 1971
- Tab. 5 : Beispiele für den Umweltbelastungsfaktor f_u
- Abb. 6 : Ausführliches Energieflußbild der BRD 1970
- Tab. 6 : Gesamtemission bei verschiedenen Energieträgern für "Heizung"
- Abb. 7 : Energiebedarf für Gewinnung und Recycling ausgewählter Metalle
- Tab. 7 : Abschätzung über den anthropogenen Eingriff in den Wasserkreislauf
- Abb. 8 : Entwicklung der Wasserpreise im Vergleich zur Preisentwicklung der Industrieprodukte und einiger Energieträger
- Tab. 8 : Spezifische Anlagekosten und Verluste für unterirdische Drehstrom-Hochleistungsverbindungen
- Abb. 9 : Zur Bedeutung der Entschwefelung von Mineralöl und Rauchgas, bzw. Erzeugung schwefeldreier Brennstoffe für Raumheizung
- Tab. 9 : Ausgewählte Daten einiger diskutierter Kfz-Brennstoffe/Antriebe
- Abb. 10 : Tageslastgang der Kraftwerke am Tag der Höchstlast der öffentlichen Elektrizitätsversorgung,

- Tab. 10 : Stellenwert der Geothermie bei der weltweiten Energieversorgung 1963 ...71
- Abb. 11 : Gasverbrauch und erkennbare Mindestlücke der Gasversorgung bei der Extrapolation der Entwicklung
- Tab. 11 : Energie-Umwandlungs-, Speicherungs- und Transportmatrix
- Abb. 12 a : Projektion globaler Abbauraten für Erdöl und Kohle bei jeweils pessimistischer Schätzung der abbaubaren Vorräte
- 12 b : Projektion der relativen Zusammensetzung der Primärenergieträger ohne und mit Kernenergie, insbesondere im Hinblick auf Kohleveredlung mittels HTR-Prozeßwärme
- Abb. 13 : Wärmebedarf einer Prozeßanlage
- Abb. 14 : Auf die Erdatmosphäre auftreffende Sonnenstrahlung
- Abb. 15 : Prinzip extraterrestrischer Sonnenenergienutzung
- Abb. 16 : Vergleich der teilweise geschätzten Installationskosten für Kraftwerke aller Art
- Abb. 17 : Der Rohstoff- und Endenergieverbrauch der Chemischen Industrie in der BRD
- Abb. 18 a : Verteilung der öffentlichen Mittel auf die Aktivitätsfelder des Zielsystems mit Anteil des BMFT für die Jahre 1971 ... 73, 74
- 18 b : Verteilung der öffentlichen Mittel des Rahmenprogramms Energieforschung sowie des 4. Atomprogramms, aufgegliedert nach den Jahren 1974 und 1974 ... 76
- Abb. 19 : Langfristige Auswirkungen heute ergreifbarer Sparmaßnahmen am Beispiel USA
- Abb. 20 : Prinzipschema einer technologischen Innovation, die durch öffentliche F & E - Mittel ausgelöst wird

Zusammenfassung

1. Da wirtschaftliche und kulturelle Entwicklung auf der Nutzung der verfügbaren Energiequellen basiert, ist es eine fundamentale Aufgabe des Staates, Energieforschung zu betreiben mit dem Ziel, Voraussetzungen für ein sicheres, kostengünstiges umwelt- und verbraucherfreundliches Energieangebot zu schaffen.
2. Dieses Ziel läßt sich unter Schonung der Umwelt z.B. über die folgenden fünf Teilziele erreichen :
 - Rationelle Nutzung der verfügbaren Energien
 - Umweltfreundliche Energieumwandlung und -nutzung
 - Erzeugung sicherer, kostengünstiger und verbrauchergerechter Endenergien
 - Langfristige Sicherstellung notwendiger Primärenergiequellen
 - Anwendungsorientierte Grundlagenforschung für potentielle back-up Lösungen
3. Den forschungspolitischen Teilzielen wurden aufgrund einer Matrixanalyse aller charakteristischen Teilschritte insgesamt 44 Aktivitätsbündel zugeordnet, die aus Gründen der Handhabbarkeit teils technisch, teils anwendungsorientiert formuliert sind.
Diese Aktivitätsbündel sind gemäß dem Querschnittscharakter der Energieforschung ressortübergreifend dargestellt.
4. Als Kurz-Überblick über die Beiträge der verschiedenen "öffentlichen Hände" zu diesem Querschnittsbereich wurden die Aufwendungen der Bundes- und Landesministerien für Energieforschung in gleichlautenden Anforderungsschreiben des BMFT erbeten. Mit 21 Antworten dürften alle potentiellen Förderstellen erfaßt worden sein.
5. Die energieorientierten Aufwendungen der institutionell geförderten Einrichtungen sowie der Forschungsorganisationen wurden getrennt erfaßt und in das Zielsystem Energieforschung eingetragen.
6. Die so erfaßten Gesamtaufwendungen der "öffentlichen Hände" für Energieforschung betragen in den Jahren 1971 ... 73 etwa DM 2.25 Mrd., davon 2.02 Mrd., also 90% über das heutige BMFT, hiervon wiederum DM 700 Mio, also etwa ein Drittel als Bundesanteil der Großforschungseinrichtungen.
7. Die entsprechenden Zahlen lauten für 1974 : Insgesamt etwa DM 800 Mio, davon DM 600 Mio für BMFT, davon DM 285 Mio Bundesanteil der Großforschungseinrichtungen.
Nimmt man die letztgenannte als die relativ sicherste Zahl, und extrapoliert gemäß Ziffer 6 auf die Gesamtsumme, so ergeben sich etwa DM 900 Mio an öffentlichen Mitteln.

8. Die analogen Daten des vierten Atomprogramms und Rahmenprogramms Energieforschung lauten jedoch :
 Öffentliche Mittel insgesamt 1974 DM 1.09 Mrd, 1974 ... 76 DM 3.56 Mrd. Die Aufteilung zwischen BMFT und Ländern ist mit 9:1 vorgesehen. Weitere im Zielsystem Energieforschung zu veranschlagende Mittel können insbesondere für andere Bundes- und Länderressorts weitere 10 ... 15% betragen, so daß sich das Verhältnis geringfügig zuungunsten des BMFT verschieben dürfte.
9. Das Kurzfristziel der Energieforschung, die Einsparung an Primärenergie durch bessere Nutzung der verschiedenen Energieträger insbesondere durch Wirkungsgraderhöhungen, Wärmekraft-Kopplung, Wärmerückgewinnung und insbesondere durch Isolationsmaßnahmen am Bau, wird nach erheblichen energetischen Investitionen erst nach 10 bis 15 Jahren Einsparungen an Heizenergie ermöglichen.
10. Umweltschutz und rationelle Energienutzung sind überwiegend parallele, in seltenen Einzelfällen sich widersprechende Ziele.
 Hauptaugenmerk der Energieforschung liegt auf Entschwefelung von Brennstoffen und Rauchgasen und insbesondere Schonung des natürlichen Wasserhaushalts als Träger eines exponentiell sich verteuermendem Rohstoffs.
11. Sichere, wirtschaftliche, verbrauchergerechte Endenergien werden zunehmend Elektrizität, Gase, Wärme sein; Hauptlieferant sukzessive Kernenergie, teilweise über veredelte Kohle.
 Haupteinsatzgebiet bleibt die Raumheizung und Prozeßwärmeerzeugung. Ausführliche systemanalytische Studien müssen die Entscheidungskriterien und Entscheidungsexperimente als Voraussetzung kapitalaufwendiger prototypischer Entwicklungen liefern.
12. Kernspaltungsenergie ist auf erkennbare Sicht, d.h. bis weit ins nächste Jahrhundert hinein, die ausschlaggebende Primärenergiequelle der industrialisierten Welt. Sicherheit des technologischen Systems gegen Leistungsexkursionen und Angriffe von außen,
 Sicherheit des Brennstoffkreislaufs gegen Versorgungsengpässe und radiologische Belastungen der Umwelt sowie
 vielseitige Nutzung der Systeme für die Erzeugung von Strom, Wärme und verschiedene Sekundärenergieträger und Rohstoffe aus der Veredlung von Kohle sowie Schonung der Brennstoffreserven
 sind die Forschungsschwerpunkte und Beurteilungskriterien des Potentials dieser Quelle.
13. Zur Minderung des Risikos unerwarteter Rückschläge sowie im Hinblick auf mögliche back-up Lösungen sind anwendungsorientierte Grundlagenforschung möglichst im internationalen Rahmen weiterhin zu fördern.
14. Einbettung der erforderlichen Energiesysteme in die Soziosphäre (Energieverhalten, Energiebewußtsein, Risikobereitschaft) und die Ökosphäre sowie die langfristigen Auswirkungen auf das Klima sind wesentliche Probleme der nächsten Jahre. Der Ersatz gedankenloser, raubbauorientierter Verbrennung fossiler Rohstoffe durch überlegte Nutzung verfügbarer Energien unter Schonung der

Umwelt ist aus nationalen wie globalen Gründen unumgänglich und technisch möglich.

15. Der Schlüssel zur Verhinderung einer Energiekrise aus Mangel an verfügbaren Primärenergien mit allen Folgen für Währungen , Weltwirtschaft und Welternährung liegt bei den Industrienationen.

Die Annahme der Herausforderung zur Erschließung und Anwendung des in Industrienationen vorhandenen know how erfordert jedoch die Zusammenfassung aller fachlichen, politischen und gesellschaftlichen Kräfte.

16. Hierfür sind eine Reihe von Management-Problemen zu lösen, die auf verstärkte Kooperation und Koordination der Zuwendungsgeber sowie Delegation von Programmdurchführungen an F & E - Einrichtungen abzielen sollten.

Vorwort

1. Im Zusammenhang mit der Diskussion über die künftige Entwicklung der Energieversorgung, insbesondere die Verhütung von Versorgungsengpässen, die Eignung der bisher verfolgten Projekte und Programme, die zielgerichtete Nutzung aller denkbaren Alternativen und die Beachtung der ökologischen Belastbarkeiten werden häufig unreflektiert Möglichkeiten der Energieversorgung angedeutet, die bei geringeren Belastungen der Umwelt größere Versorgungssicherheit zu bringen versprechen. Diese Möglichkeiten müssen im Rahmen des jeweiligen Energiesystems (mit Verfügbarkeit und Kosten der Primärenergie, den Umwandlungs-, Transport- und eventuellen Speicherkosten) durchdacht, und danach der Vergleich mit den zur Zeit genutzten Verfahren angestellt werden.

2. Die plötzliche Verknappung an Mineralölprodukten mit ihren weitreichenden, kaum abschätzbaren Fernwirkungen hat der Forderung nach der optimalen Nutzung aller verfügbaren Quellen und der zielgerichteten Erschließung sicherer, kostengünstiger und verbrauchergerechter Energiedarbietung allgemein Nachdruck verliehen. Dabei ist aus einer Vielzahl bisher voneinander unabhängiger Einzeldisziplinen eine neue Querschnittsaufgabe, die Energieforschung erwachsen, deren fachliche Breite in Form zahlreicher Wechselbeziehungen mit Umweltschutz, Preiskalkül, Rohstoffknappheit, Gewässerbelastung, menschlicher Risikobereitschaft usw. zusehends erkannt wird.

3. Dadurch entsteht die Notwendigkeit eines Überblicks über diejenigen Aktivitätsfelder, die der neuen Querschnittsaufgabe zuzurechnen sind, sowie über die Institutionen, die auf diesen Feldern Forschung und Entwicklung fördern oder betreiben; ferner sind Anregungen wichtig hinsichtlich langfristig besonders wünschenswerter oder zu verhindernder Entwicklungen.

4. In dem vorliegenden Bericht werden eine Übersicht über Inhalte und Fördermittel sowie Anregungen zur laufenden öffentlich geförderten Energieforschung gegeben. Die Unterlagen für die Übersicht laufender F & E - Vorhaben wurden aufgrund gleichlautender Ersuchen des BMFT an sämtliche Bundesministerien sowie - über die Vertretungen beim Bund - die zuständigen Landesministerien eingeholt. Desgleichen wurden die Programme der Forschungsorganisationen und Großforschungseinrichtungen auf Beiträge zur hier dargestellten Aufgabe analysiert. Dies gilt auch für die in der Datenbank DAVOR des BMFT gespeicherten Förderungsprojekte.

5. Diejenigen Wertungen, die nicht durch Quellenangaben belegt sind, beruhen auf einer notwendig subjektiven Mittelung über die Vorurteile und Urteile ("feelings") ausgewählter Fachleute, die vom Verfasser in Einzelgesprächen befragt wurden (s.u.) Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch ausschließlich beim Verfasser.

6. Mit dieser Darstellung soll Außenstehenden ein schneller Einstieg ermöglicht und eine vielseitige Beurteilung von Einzelaspekten versucht werden, wobei zwangsläufig die Breite der Argumentation Vorrang vor der fachlichen Einzeldarstellung haben muß.
7. Große Teile der Arbeit wurden durch die enge Zusammenarbeit mit dem BMFT, insbesondere der UA Energieforschung und Technik (Leitung : Dr.K.A. Schmidt-Küster) möglich.
8. Die Geschäftsführung der KFA Jülich, unter der Leitung von Prof. Dr. K.H. Beckurts, hat die Arbeit durch großzügige Hilfestellung unterstützt.
9. Bei der Konzeption und Durchführung der Studie und der damit verbundenen kritischen Analyse der Aussagen war die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit der Systemgruppe für Technologische Entwicklung in der KFA Jülich unter der Leitung von Dr. T. Bohn, dem der Dank stellvertretend für alle Mitarbeiter gilt, besonders wichtig.
10. Die Zeichnungen und Reproduktionstechniken wurden dankenswerterweise von Herrn Dekorsy (KFA Jülich) übernommen.

Gesprächspartner
 der persönlichen Gespräche
 über ausgewählte Aspekte der Energieforschung

Prof. Flohn	Universität Bonn, Meteorologie/Klimatologie
Prof. Haefele	IIASA, Laxenburg b. Wien, Energie Systeme
Dr. Harder	HRB Mannheim
Dr. Hermann	KFZ Karlsruhe
Prof. Hinzpeter	Universität Mainz, Meteorologie
Dipl.-Ing. Klöse	Verbundgesellschaft Heidelberg
Ministerialrat Korzen	BMI, Bonn, Umweltpolitik
Dr. Krämer	KFA Jülich, HHT
Dr. Küllmer	DFG, Bonn-Bad Godesberg
Dr. Kugeler	KFA Jülich, IRE
Dr. Lindner	DFG, Bonn-Bad Godesberg
Dipl.-Ing. Lösch	GfW, Porz-Wahn
Dr. Münnich	Universität Heidelberg/KFA Jülich, IPC
Dipl.-Ing. Rumpf	400 KV-Gesellschaft, Mannheim
Dr. Sassin	KFZ Karlsruhe, Systemforschung
Prof. Schäfer	TU München und FFE
Dr. Schlencker	KFA Jülich, HHT
Dr. Schmidt	Kraftanlagen Heidelberg
Dr. Schneider	Hochspannungs-Forschungsgemeinschaft, Mannheim
Dr. Schroeter	FhG München
Prof. Schulten	KFA Jülich, IRE
Dipl.-Ing. Seifert	DFG, Bonn-Bad Godesberg
Dr. Sprengel	DFVLR, Porz-Wahn
Dr. Suttor	Kraftanlagen Heidelberg
Dr. Völkel	Shell Forschungslabor, Hamburg
Dr. Ziemer	Dornier-System, Friedrichshafen
Die Mitglieder der	Programmgruppe STE der KFA Jülich

Begriffsdefinitionen und Grundlagen

10. Energie kann bekanntlich weder gewonnen noch vernichtet werden. Sie tritt in unterschiedlicher Form auf und kann in andere Formen umgewandelt werden.

Diese Umwandlungen sind im allgemeinen nicht vollständig möglich, d.h. der Wirkungsgrad der Wandlung ist kleiner als eins.

Ein Teil der Primärenergie geht für die jeweilige Sekundärenergieform verloren; stets auch in Form von Wärme. Dadurch führt jede Umwandlung nach einer unterschiedlichen Zahl von Zwischenschritten zur Energieform Wärme, die nach Abgabe an die Umwelt letztlich in den Weltraum abgestrahlt wird.

11. Nutzbar sind nur Potentialdifferenzen wie Temperaturunterschiede oder elektrische Spannungen, sodaß beispielsweise der ungeheure Wärmevorrat der Weltmeere nur dann zwecks Energiewandlung angezapft werden kann, wenn ein zweites Reservoir mit hiervon abweichender Temperatur über einen Umwandlungsprozeß, der zwischen zwei Potentialen abläuft, angekoppelt werden kann.

12. Neben der Energieform klassifiziert man nach Energieträgern wie

- fossile, also nicht regenerierbare Energieträger wie Kohle, Erdöl, Erdgas, deren chemisch gebundene Energie auf Jahrmillionen währende Prozesse der Photosynthese, d.h. biologische Wasserspaltung zurückzuführen sind,
- Kernenergieträger wie Uran, Thorium oder Plutonium, die in der Fission oder Spaltung sowie Deuterium und Tritium (aus Lithium erbrütet), die in der Fusion oder Kernverschmelzung einen Teil ihres Energievorrats freisetzen,
- nichterschöpfende Energiequellen wie Sonnenstrahlung, Wasser- und Windkraft sowie geothermische Quellen und
- veredelte Energieträger (meist Endenergieträger genannt) wie z.B. Elektrizität, synthetische Gase, Wasserstoff,

und hinsichtlich des Energieeinsatzes nach

- Primärenergieträgem, die in der Natur vorkommen,
- Sekundär- bzw. Endenergieträgem und -Formen wie elektrischer Strom, Synthetische Natürliche Gase (SNG, z.B. Methan, $\text{CO} + \text{H}_2$, etc.), Wärmeträger auf geeignetem Temperaturniveau.

13. Wichtig für die Klassifikation sind ferner die Verbrauchssektoren, die nach üblicher Statistik lauten

- Haushalt und Kleinverbrauch
- Industrie
- Verkehr
- Transformationssektor (Verbraucher der Primärenergie zur Wandlung in Sekundärenergie)

Tabelle 1

Gebräuchliche Energie- und Leistungseinheiten sowie charakteristische Verbrauchsdaten :

Energie	1 cal =	4.2 Joule = 4.2 Ws	
	1 kcal =	10^3 cal, 1 Mcal = 10^3 kcal, 1 Gcal = 10^6 kcal	
	1 kWh =	860 kcal, 1 Gcal = 1.16 MWh	
	1 toSKE =	7 Gcal = 8.13 MWh	
	1 to Erdölprodukte	= 11 MWh	
	10^3 m ³ Erdgas	= 10 MWh	
	1 to Uran	= $2.2 \cdot 10^7$ MWh	
	Q = 10^{18} BTU	= $1.05 \cdot 10^{21}$ Joule	
		= $2.52 \cdot 10^{17}$ kcal = $2.93 \cdot 10^{14}$ kWh	
		= $3.35 \cdot 10^7$ MWa = $3.5 \cdot 10^{10}$ to SKE	
Leistung	1 PS =	0.736 kW	1 MW = 7400 Gcal/a
	1 Q/a =	$3.35 \cdot 10^7$ MW	
	Globale mittlere, senkrechte Einstrahlung der Sonne am Boden :		
	3500 Q/a	10^{17} Watt oder ungefähr 164 W/m^2	
Verbrauch	BRD 1970	(350 Mio to SKE)	10^{-2} Q
	USA 1970		$7 \cdot 10^{-2}$ Q
	Welt 1970		$24 \cdot 10^{-2}$ Q
	Welt 2000		2 Q
Verbrauchsichte	1970	kW/Kopf	W/m^2
	Welt	1.5	0.03
	USA	9.3	0.24
	M.u.W.-Europa	4.3	0.68
	BRD	5.4	1.5
	NRW	8.4	4.2
	München		17.
	Manhattan	+))	630.0

+) Wert insbesondere hier nicht definierbar, da Wohnbevölkerung kein Maßstab. Bei übrigen Angaben pro Kopf gelten ähnliche Einschränkungen.

14. Brutto-Energieeinsatz bezeichnet den gesamten Primärenergieträgerverbrauch ohne den Verbrauch an Energieträgern für Rohstoffzwecke (nichtenergetischer Verbrauch).

Netto-Energieeinsatz oder Nutzenergieeinsatz ist der Gesamtverbrauch an Endenergien (also Nutzenergie und Verluste beim Endenergieeinsatz).

Es gilt :

Transformations-Energie + Nettoenergie = Bruttoenergie.

Tab. 1 15. Ein Überblick über gebräuchliche Maßeinheiten sowie überschlägige Verbrauchsdaten wird in Tab. 1 gegeben.

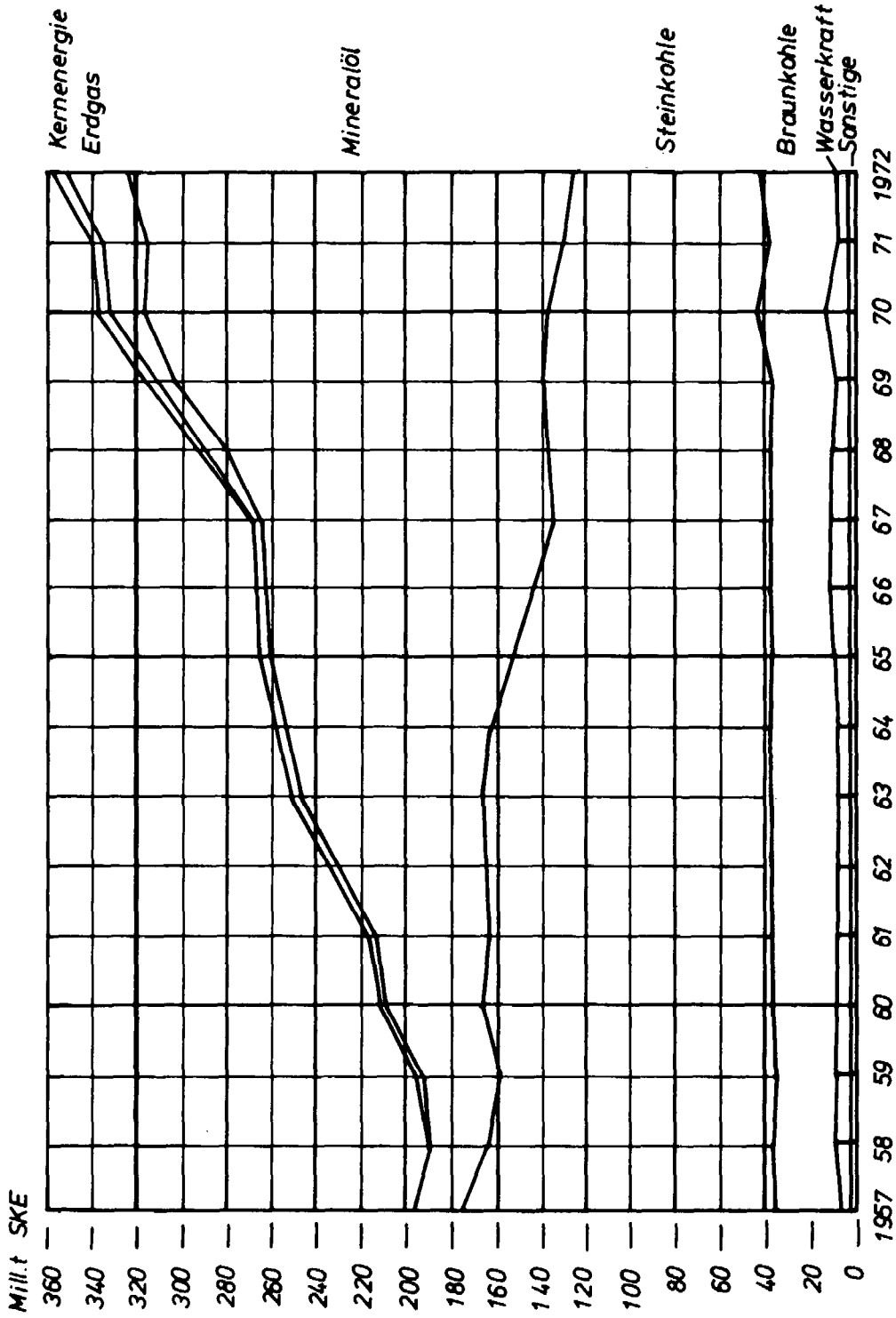


Abb. 1: Primärenergieverbrauch und -Zusammensetzung in der BRD
 a seit 1957 (zeitl. Fortsetzung siehe Abb. 1 b)

1. Einleitung

15. Nach den weltweiten, wirtschaftspolitischen Auswirkungen der jüngsten Entwicklung auf dem Mineralölmarkt kann ohne Übertreibung gesagt werden, daß eine sichere Energieversorgung und die dafür notwendige Energieforschung ein sichtbares Zeichen für den Anspruch einer Nation oder eines Staatenbundes ist, an der Gestaltung der Weltpolitik aktiv mitzuwirken - aber vermutlich anderenfalls auch ein untrügliches Zeichen für den Verzicht darauf.

Denn wirtschaftliche Entwicklung basiert auf der intensiven Nutzung der verfügbaren Energiequellen.

Dabei sind die bisher hauptsächlich zur Energiegewinnung herangezogenen fossilen Energieträger schwer ersetzbar, universell verwendbare Rohstoffe, insbesondere in der chemischen und pharmazeutischen Industrie und vermutlich in steigendem Maße in der Nahrungsmittelindustrie und damit viel zu schade, um mit geringem wirtschaftlichen Nutzen und großen Umweltbelastungen verbrannt zu werden. Als nicht regenerierbare Quellen ist ihre Erschöpfung abzusehen.

16. Im Zusammenhang der kurzfristig eingeschränkten Öllieferungen an den Verbraucher und den damit verbundenen drohenden Gefahren für traditionelle Schlüsselindustrien, Arbeitsmarkt, Preisstabilität usw. wurde von einer weltweit bestehenden Energiekrise gesprochen. In der Tat sind die Auswirkungen auf Handelsbilanzen, Währungsgefüge und Produktpreise fast unabsehbar. Insbesondere wird das Verhältnis von Industrienationen zu Entwicklungsländern erheblichen Belastungen unterworfen, da letztere von den auf das Produkt durchschlagenden Energiepreisen am härtesten getroffen werden. Nur wenige von ihnen werden mit steigenden Rohstoffpreisen antworten können, um so das internationale Kosten - Preis - Karussell neu anzustoßen. Schließt man den Bedarf an Nahrungsmitteln in die Betrachtung ein, so wird die wechselseitige Abhängigkeit von Ländergruppen aller Entwicklungsstufen und Besitzverhältnisse offenkundig.

17. Um Öl-, drohende Rohstoff- und Währungskrise nicht zur allgemeinen Wirtschaftskrise werden zu lassen, müssen daher neben betonter Schonung vorhandener, zusätzlich neue, weniger abbauorientierte oder stärker nutzbare Energiequellen angezapft werden. Sie liegen bei weiterhin steigendem Bedarf vermutlich auf längere Sicht bei der Kernenergie, der Schlüssel dazu bei den höheren Technologien der industrialisierten Länder. Konsequenter betriebene Forschung und Entwicklung dürfte zur Erschließung langfristiger und insbesondere in Entwicklungsländern notwendiger regenerierbarer Quellen wie Geothermie, Sonnenenergie oder dergleichen führen. Selbsterhaltung und Verantwortung für die dritte Welt zwingen daher die Industrieländer zur beschleunigten Erschließung ihrer Technologien und Anwendung ihrer wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse zur Überwindung erkennbarer Engpässe.

18. Zur Charakterisierung der Energiesituation sowie der Aussichten einige Bemerkungen :

- Abb. 1 18.1 Bedingt durch die relativ kostengünstigen, Erdgas- und Mineralölimporte wuchs in den letzten zwei Jahrzehnten ihr Einsatz (auch weltweit) stärker als der gesamte Primärenergieverbrauch.

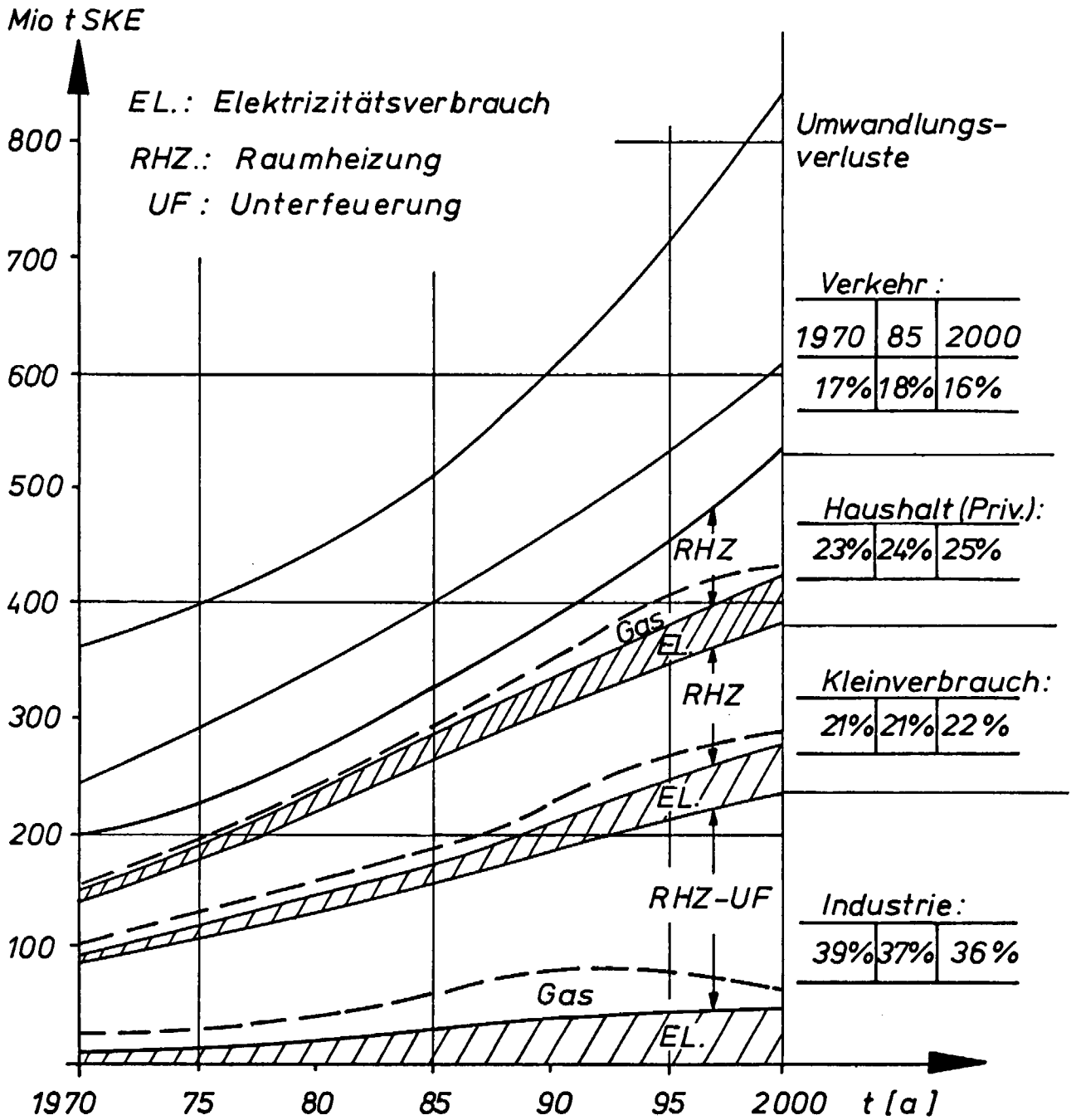


Abb. 1 : Voraussichtliche Entwicklung des Primärenergie- und
b Endenergieverbrauchs der BRD
aus : Thi 74

Auf Wirkungsgrade wurde nicht in dem wünschenswerten Umfang geachtet, so daß hier erhebliche Reserven bestehen dürften. Schätzwerte von 20 ... 30%, die binnen eines Jahrzehnts der Umstellung aktiviert werden könnten, sind im Gespräch.

- 18.2 Ebenfalls aus Kostengründen wurden vorwiegend die billig erschließbaren Mineralöl- und Erdgasquellen abgebaut. Ihre Vorräte dürften auf etwa 10 ... 15% des ursprünglichen Umfangs gesunken sein. Schwerer zugängliche Quellen harren weltweit der Erschließung (ohne Ölsande und Schiefer, deren immenses Potential noch kaum hinreichend bekannt ist).
- Tab. 2 Nach grober Schätzung werden die großen internationalen Mineralölgesellschaften zusammen in den kommenden 10 Jahren jährlich etwa 30 Mrd \$ allein für Exploration und Erschließung (nicht Abbau) neuer fossiler Quellen ausgeben, auch um eine gewisse Unabhängigkeit von den politisch unsicheren Hauptliefergebieten zu gewinnen. Anteilig auf den Bedarf der BRD umgerechnet werden hierfür jährlich etwa 10 Mrd DM aufgewandt werden.
- Zi 74
- 18.3 Nach jahrzehnte-langer wirtschaftlicher Kohleförderung und anschließender teilweiser Verdrängung vom Markt durch Öl und Gas wurden allein in der BRD etwa 10 Mrd DM in die Erhaltung und Leistungssteigerung der Kohlequellen investiert. Ihr Abbau kann in der Größenordnung von etwa 100 Mio t SKE/a für mindestens 1 Jahrhundert fortgesetzt werden. Hierbei hat die BRD in Europa die höchste Leistung pro Mann und Schicht innerhalb der EG erreicht. Die Entwicklung selbst aufwendiger Veredlungsverfahren (Hydrierung, Vergasung) führt zu einem hochwertigen, umwelt- und verbraucherfreundlichen und krisensicheren Energieträger und Rohstoff. Neue Technologien, insbesondere der Hochtemperaturreaktor als Quelle nuklearer Prozeßwärme, ermöglichen diese edlen Energien zu einem wirtschaftlich günstigen Preis, der mittelfristig als Regulativ für den Mineralölpreis dienen dürfte.
- Ber 72
- 18.4 Die Kernenergienutzung als Ergebnis der bisher einzigen weltweit betriebenen energieorientierten Technologieentwicklung hat dem Leichtwasserreaktor (LWR) den Marktdurchbruch ermöglicht. Die öffentlichen Mittel der BRD zur Auslösung dieses Durchbruchs lagen (nach erheblichen, zunächst militärisch motivierten Aufwendungen in den USA) durch Lizenzübernahme in der Größenordnung von einer Milliarde DM. Angenommen nur der LWR wird zur Nutzung dieser Energiequelle eingesetzt, so beträgt sein Potential aufgrund heute bekannter, billiger Uranreserven (bis 10 \$ / lb U_3O_8) etwa 1 Q. Dies entspricht bei dem geplanten nuklearen Energieanteil dem globalen Bedarf bis etwa 1990.
- GoI 73
- 18.5 Der umweltfreundlichere und vielseitiger einsetzbare, die Brennstoffvorräte besser ausnutzende Hochtemperaturreaktor steht unmittelbar vor der Markteinführung. Da die Möglichkeiten der Lizenzübernahme von Marktvorreitern nur in beschränktem Maße besteht, dürften hier öffentliche Mittel erforderlich sein, die ein Vielfaches der Einsätze beim LWR betragen. Die erwähnte Kohleveredelung sowie die Helium-Direkturbine bedeuten die Erschließung eines erheblichen Potentials zur Erzeugung verbrauchergerechter Endenergien unter größtmöglichem Schutz der Umwelt. Die nutzbaren zusätzlichen Thorium-Vorräte erhöhen das vorgenannte (billige) Potential auf mindestens ein weiteres Q.
- Boh 72

Energieträger	Nach V.E.Mc Kelvey u. D.C. Duncan		Nach M.K. Hubbert	
	Bekannte Quellen	Mögliche Funde	Mögliche Funde	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Kohle	17.3	320	192	88.8
Rohöl	1.73	23	11.1	5.2
Erdgas	1.95	20	10.1	4.7
Flüssiggas	0.21	3.2		
Ölsande	0.23	6.3	1.7	0.8
Ölschiefer	0.87	77	1.1	0.5
Insgesamt	22.5 Q	450 Q	216 Q	

Tab. 2 : Energieinhalt der globalen fossilen Quellen
in Einheiten von Q
nach : Hae 73,2

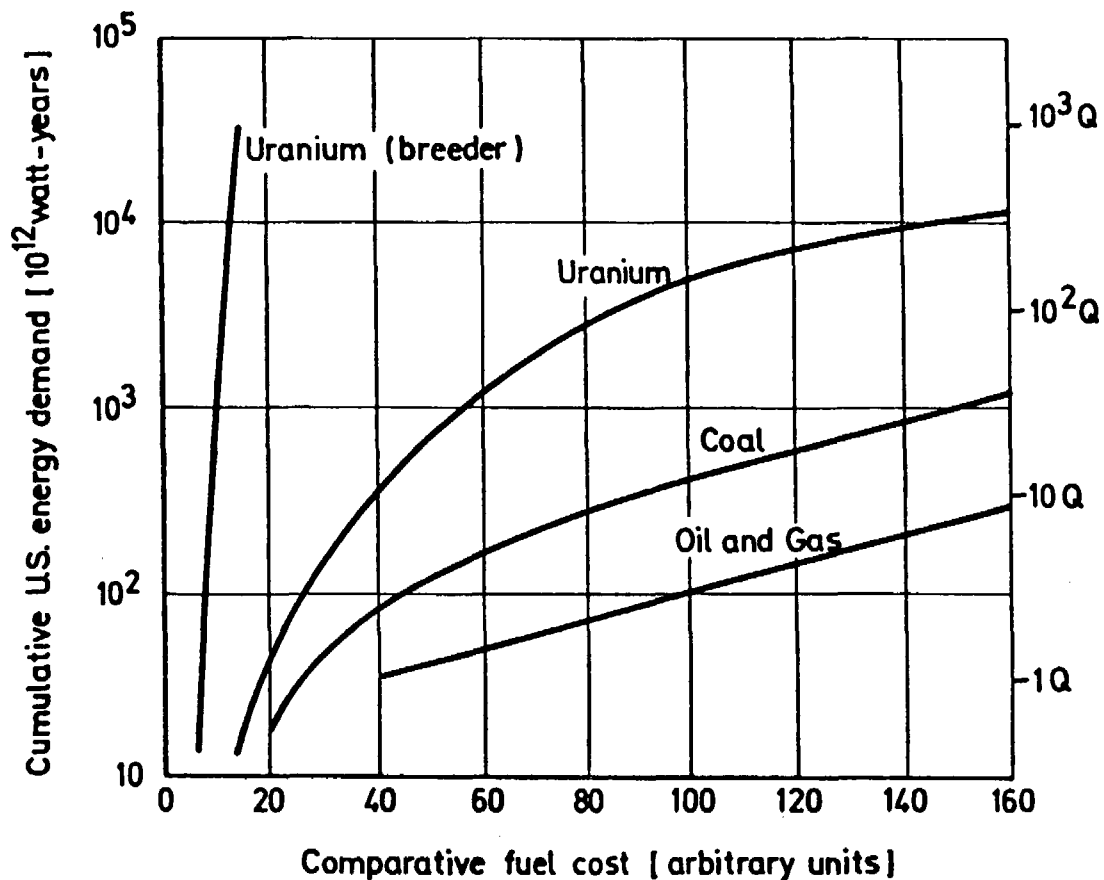


Abb. 2 : Preisabhängigkeit der Elektrizität
von den Uranerzkosten (qualitativ)
nach : Hae 73,2

Hae 73,2
Abb. 2

- 18.6 An der weltweiten Entwicklung des schnellen Brutreaktors ist die BRD wesentlich beteiligt, ohne auf Lizenzen zurückgreifen zu können. Mit der Markteinführung die für das Ende des Jahrhunderts erwartet wird, sind die Uranreserven um etwa 2 Größenordnungen gestreckt, da die Energiewandlungskosten des Brütters nur minimal von den Urankosten abhängen. Der Weltenergiebedarf kann mit der Erschließung der Kernspaltungsenergie auf Jahrhunderte gedeckt werden.
- 18.7 Ist also die Erschließung der Energiequellen und der damit verbundenen technologischen Innovation im Prinzip zwar ausreichend gesichert, so sollte aus Umwelt- oder Kostengründen sowie zur Minderung des Risikos unerwarteter Rückschläge weiterhin anwendungsorientierte Grundlagenforschung, möglichst in internationalem Rahmen betrieben werden.
- 18.8 Die zielgerichtete Handhabung der verfügbaren Energiemengen und -formen jedoch sind ein ebenso wichtiges Problem und dürften den Schwerpunkt der langfristigen Energieforschung darstellen. Hierbei spielen Verteilung, Speicherung und Einsatz der Energie bei geringstmöglicher Belastung der Umwelt die Hauptrolle. Anwendungsgebiete wie Meereswasserentsalzung und saubere Rohstoffaufbereitung seien als Beispiele genannt.
19. Aufgrund der Tatsache, daß die hauptsächlich mineralölorientierten Brennstoffe für Heizung und Individualverkehr nur schrittweise ersetzt werden können, besteht zwar die Gefahr kurz- und mittelfristig auftretender Engpässe; eine Energiekrise als Mangel an verfügbaren Primärenergien droht jedoch nicht, sofern die genannten Technologien zielgerichtet entwickelt und eingesetzt werden. Back-up Lösungen müssen allerdings zur Deckung des Risikos unerwarteter Rückschläge angemessen weiterverfolgt werden.
- 19.1 Kurzfristig müssen die verfügbaren Energieträger überlegt, d.h. mit möglichst großem Nutzeffekt und unter geringstmöglicher Belastung der Umwelt und der Vorräte eingesetzt werden.
- 19.2 Mittelfristig ist die Kohle durch nukleare Prozeßwärme zu veredeln und es müssen geeignete Speicher, Transport- und Verteilungsnetze für optimale Endenergienutzung am Ort des Verbrauchers aufgebaut werden.
- 19.3 Langfristig ist die Kernenergie voll zu erschließen und die Handhabbarkeit, insbesondere im Sinne einer breiten Annehmbarkeit für die Bevölkerung (Restrisiko, Wiederaufbereitung, Endlagerung) zu klären.
20. Koordiniertes Handeln innerhalb dieses inhaltlichen und zeitlichen Rahmens setzt einen Überblick über den Stand und die Entwicklungstendenzen voraus. Finanzielle Aufwendungen sind ein Hinweis auf bestehende Gewichtungen oder Prioritäten, laufende Stellungnahmen von Fachleuten notwendige Korrekturgrößen.
21. Ziele dieses Berichtes sind eine Übersicht über die von den verschiedenen Institutionen der BRD mit öffentlichen Mitteln geförderte Energieforschung, sofern sie bereits in Programmen, Projekten oder Arbeitsschwerpunkten festgelegt sind, sowie

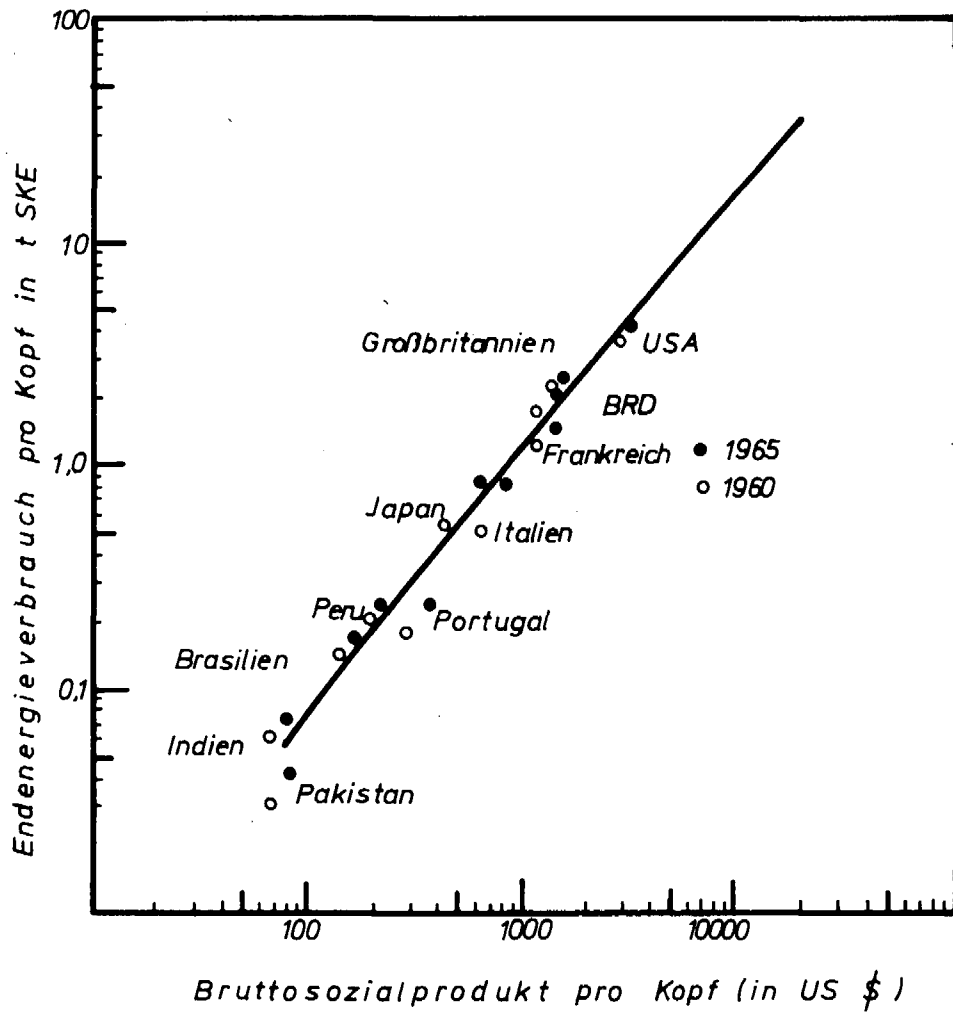


Abb. 3 : Beziehung zwischen Energieverbrauch und Bruttosozialprodukt - jeweils pro Kopf der Bevölkerung nach : Bro 72

qualitative Hinweise auf mögliche Probleme, die beachtet werden sollten, um Lücken oder Fehlentwicklungen vorzubeugen.

22. Maßstab des Handelns ist dabei das Ziel der Energieforschung, das in Anlehnung an das Energieprogramm der Bundesregierung vom Okt. 73 sowie das Rahmenprogramm Energieforschung vom Januar 74 lautet :

"Voraussetzungen schaffen für ein ausreichendes, kostengünstiges, krisensicheres und umweltfreundliches Energieangebot am Ort des Verbrauchers",

d.h. : Voraussetzungen schaffen für eine optimale Anpassung von Energiebedarf und Energiedarbietung.

23. Die vielfältigen Wechselbeziehungen der Energieversorgung mit dem Naturhaushalt haben zunehmend die Notwendigkeit erkennen lassen, die Energieprobleme unter Berücksichtigung möglichst aller kurz- und langfristigen Auswirkungen auf das ökologische, ökonomische und soziale System zu sehen.

24. Damit ist die Breite der Begriffsdefinition von Energieforschung angesprochen : Energieforschung umfaßt Forschung und Entwicklung im Hinblick auf

- Erschließung notwendiger Quellen,
 - Umwandlung,
 - Transport,
 - Speicherung sowie
 - rationelle Nutzung der Energie durch den Verbraucher,
- einschließlich
- Umweltforschung zur Herabsetzung (nicht primär Erfassung und Standardermittlung) der Umweltbelastung,
 - Wechselwirkung zwischen Energiedarbietung und gesamtwirtschaftlicher Entwicklung sowie
 - Verbraucherverhalten aufgrund eines Energiebewußtseins, das als Überbegriff eines sich entwickelnden Umweltbewußtseins systematisch zu fördern ist.

25. Diese Teilaspekte können technisch durchaus in Widerspruch zueinander stehen : Anforderungen an den Umweltschutz können geringere Wirkungsgrade verursachen; komfortabler Energieeinsatz beim Endverbraucher kann erhöhte Umweltbelastung bei der Energieumwandlung bedeuten. Aus diesem Grunde sind in jedem Falle die möglichen alternativen Einzelschritte als Teil einer Umwandlungskette, d.h. des Energieversorgungssystems zu sehen. Dies erfordert Systemdenken, also eine höhere Stufe der Optimierungsanalyse als die traditionelle mosaikartige Verbesserung von Einzelschritten.

In Schlagworten :

Systemoptimierung geht vor Einzeloptimierung.

26. Zur Höhe des Energiebedarfs und seines zeitlichen Verlaufs :

UN 72
 Abb. 3
 L8 74
 Sch 73.1
 Anl. 4.1

Im Zusammenhang mit der Prognose des Energiebedarfs wird allgemein auf die hohe Korrelation zwischen Energieverbrauch und dem Bruttosozialprodukt (BSP) – jeweils pro Kopf der Bevölkerung – hingewiesen. Dies ist für die Vergangenheit richtig. Für die Zukunft ist das Verfahren ungeeignet, da einerseits diese Korrelation nur langfristig belegt ist (in den USA stieg z.B. in den Jahren 1969 bis 1971 zwar der Energieverbrauch, nicht jedoch das Bruttosozialprodukt), andererseits das BSP kaum genauer prognostiziert werden kann als die hier gesuchte Größe. Der direkte Weg, die Abschätzung des notwendigen Energiebedarfs für wünschbare Produkte und Dienstleistungen ist heute mit brauchbaren Modellen Stand der Technik. Unsicherheiten liegen langfristig im Ausmaß des erzielbaren technischen Fortschritts und von Strukturverbesserungen. Dies ist einer der Gründe für die große Spannbreite der Prognoseergebnisse, die bis zu einem Faktor 2 zwischen Maximal- und Minimalwerten reicht.

Abb. 4
 Abb. 5

27. Im Hinblick insbesondere auf die kurz- und mittelfristig wirksamen Maßnahmen zur Sicherung der Energieversorgung muß vor dem häufig gezogenen Trugschluß der Übertragbarkeit von Maßnahmen anderer Länder auf die BRD gewarnt werden. Hierfür sind Ausgangssituation hinsichtlich heimischem Versorgungsgrad, nationalen Vorräten, Anteilen der Verbrauchssektoren sowie absehbaren Entwicklungstendenzen meist zu unterschiedlich.

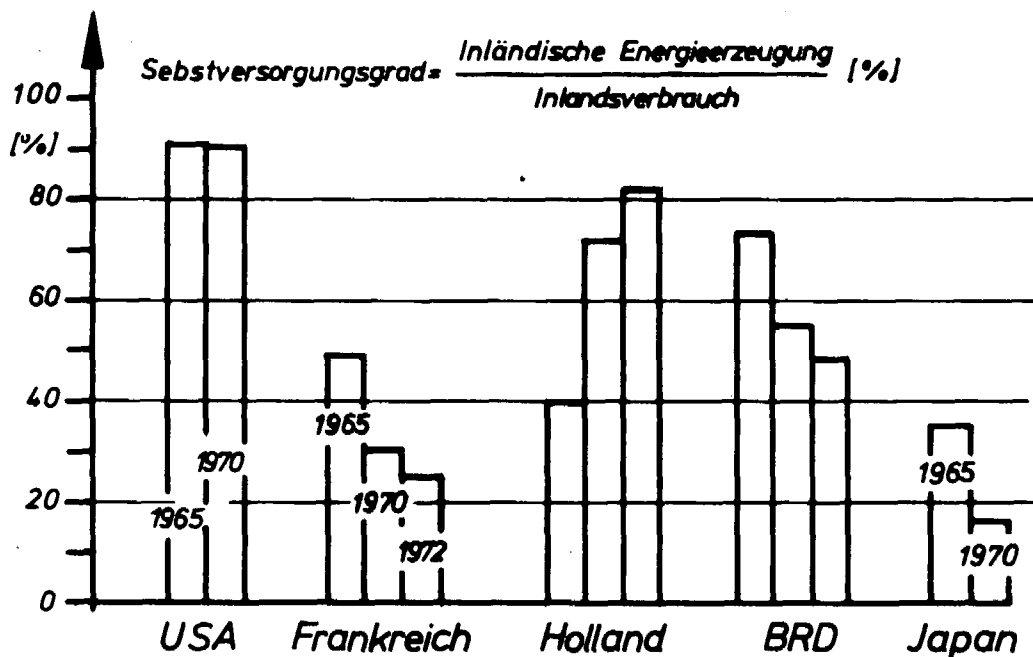


Abb. 4 : Zur Abhängigkeit verschiedener Länder von Energieimporten nach : Eu 73 und UN 72

2. Zielsystem Energieforschung

28. Maßnahmen auf dem Gebiet der Energieforschung sind u.a. aufgrund ihrer langen "Inkubationszeit" mit großen Risiken hinsichtlich Trefferwahrscheinlichkeit - gemessen an technologischer, wirtschaftlicher und ökologischer Realisierbarkeit - behaftet, Sie fordern laufende Überprüfung ihrer Zielerfüllung und zuweilen tiefgreifende Korrekturen (s. DSR - Entwicklung sowie Hoffnungen auf MHD-Wandler).

29. Wegen dieser Risiken empfiehlt sich eine explizite Zuordnung von Aufgabenstellungen zu Programmen oder Aktivitätsbündeln, die ihrerseits forschungspolitischen Teilzielen zugeordnet sind. Das so entstehende Zielsystem ist umgekehrt die Voraussetzung für die Beurteilung von Vorschlägen oder Anträgen hinsichtlich ihres möglichen Beitrags zur Zielerfüllung.

30. Solche hierarchischen Zielsysteme erwecken den Eindruck eindeutiger Zuordnung von Unter- und Oberzielen.

Bei Beiträgen von Unterzielen zu mehreren Oberzielen, die sich teilweise widersprechen können, wird bei Verfahren der Prioritätenvorbereitung mit Gewichtungen der Teilbeiträge gearbeitet. Weil diese Schwierigkeiten bei dem Beispiel "Energieforschung" relativ gering sein dürften, können Verbindungslinien zwischen den verschiedenen Ziel- bzw. Abstraktionsstufen weggelassen und durch die räumliche Anordnung teilweise ersetzt werden. Dies entspricht der Zielsetzung von Leistungsplänen ebenso wie der Programmplanung, also der aufgabenorientierten (im Gegensatz zur ausgabenorientierten) Planung von Förderungsschwerpunkten und -Maßnahmen.

31. Der Wert eines solchen Systems steht und fällt mit der optimalen Kombination zweier widerstrebender Eigenschaften : Vollständigkeit und Flexibilität.

Im vorliegenden Fall kommt die Forderung hinzu, sowohl technologische Schwerpunkte als auch politische Ziele ausdrücken zu können, so daß notwendig ein Kompromiß getroffen werden muß, der Kritik von verschiedener Seite hervorrufen dürfte.

Ein solches Zielsystem kann nicht aus laufenden Förderungen durch Schwerpunktbildung hergeleitet werden (induktiver Weg), sondern muß aus vorhandenen Zielformulierungen (deduktiv) aufgebaut und durch Anregungen etwa vergleichbarer Industrienationen (intuitiv) vervollständigt werden.

Die Einfügbarkeit laufender Aktivitäten ist ein erster Eignungstest.

32. Die Wahl der verschiedenen Bezeichnungen erfolgt natürlich subjektiv und ist damit Ausdruck eines bestimmten Vorverständnisses. Sie dürfte jedoch aufgrund der geführten Gespräche einen relativ hohen Grad der Übereinstimmung unter den unmittelbar Betroffenen hervorrufen.

Die Programme und Zuordnung von Förderungsmaßnahmen zu ihnen sind naturgemäß ebenfalls mit Risiken der Fehlinterpretation behaftet. Etwa 40 Aktivitätsbündel stellen ein handhabbares Raster dar, das nicht ohne Zwang verfeinert werden sollte. Die Zuordnung der Einzelförderungen zu diesem Raster ist relativ eindeutig, die Möglichkeiten für Doppelnennungen relativ klein.

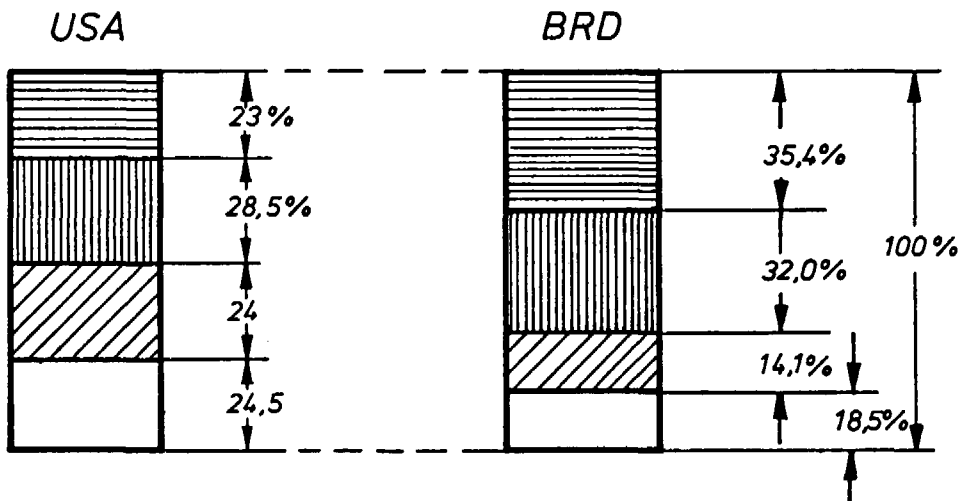
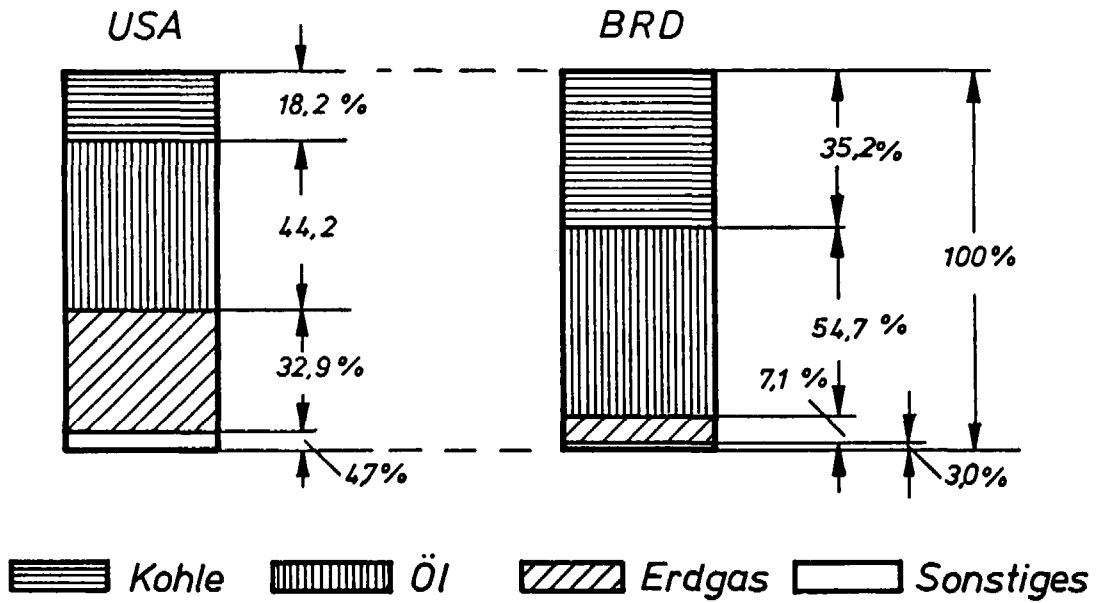


Abb. 5 : Vergleich der prozentualen Zusammensetzung von Primärenergieeinsatz (oben) nach : EFa 73 und BMWi 73 und Verbrauchssektoren (unten) nach : EFa 73 und Abb.6 zwischen USA und BRD 1971

2.1 Verfahren

Anl. 4.2 33. Das vorliegende Zielsystem "Energieforschung" ist Ergebnis mehrerer iterativ durchgeführter methodischer Schleifen zur Erzielung größtmöglicher Vollständigkeit. Ausgehend von der Aufgabe der Energieforschung, Bedarf (1) und Angebot (2) optimal miteinander in Einklang zu bringen, wird das Zielsystem in Schritten entwickelt, die aus Vollständigkeitsgründen, also idealtypisch, wesentlich auf die Matrixanalyse zurückgreifen.



34. Der so entstehende Katalog möglicher Aktivitäten ist vorwiegend technisch-wissenschaftlicher Natur.

Er muß

- gekürzt werden, um handhabbar zu sein,
- geordnet, um übersichtlich zu sein,
- in sich verknüpft werden, um hinreichend vollständige Problemlösungen zu ermöglichen.

35. Die idealtypische Beschreibung der Systementwicklung konnte natürlich aus Zeitgründen nur unvollständig verfolgt werden. Notwendige Prognosedaten wurden deshalb vorwiegend laufenden Studien (hauptsächlich der STE der KFA Jülich) entnommen. Aus Gesprächen, Studium verfügbarer Programme anderer Länder sowie im Zuge der Erstellung des Rahmenprogrammes Energieforschung im BMFT wurde das Zielsystem sukzessive korrigiert und vervollständigt. Die Einordnung der Energie-orientierten Aktivitätsbündel der Großforschungseinrichtungen, DFG und Stiftungen waren ein weiterer Test auf Handhabbarkeit.

36. Das Zielsystem sollte im Laufe notwendiger Abstimmungsprozesse weiterentwickelt werden und kann anschließend als Fragebogen über laufende Aktivitäten dienen, die einen relativ aktuellen Überblick über das zielgerichtete Handeln der "öffentlichen Hände" insgesamt ermöglichen. Damit gewinnt die vorliegende Studie Demonstrationscharakter für wünschenswerte Wiederholungen bzw. Fortschreibungen.

2.2 Abgrenzungen und Diskussion

37. Energieforschung ist keine Erkenntnisforschung. Sie rangiert in der Zweckhierarchie oder Anwendungsnähe so weit oben, daß anwendungsorientierte Grundlagenforschung nur dort der Energieforschung zugerechnet werden soll, wo back-up Lösungen als Deckung unerwarteter Risiken beobachtet werden. Für diesen Teil empfiehlt sich Risikostreuung dadurch, daß potentielle Lösungen in internationaler Abstimmung gesucht werden. Als eine mögliche Abgrenzung scheint nach Durchsicht des Verfassers die formale Klassifikation der Deutschen Forschungsgemeinschaft geeignet: Inhalte geeigneter Sonderforschungsbereiche und Schwerpunktförderungen gehören dazu, Förderungen im Normalverfahren nicht.

38. Der Inhalt des Zielsystems umfaßt einen Maximalrahmen, da er ressortübergreifend gesehen wird. Dieser Blick ist trotz der Aufteilung der Zuständigkeiten etwa beim städtischen Nahverkehr, der Siedlungsstruktur, den Normen im Wohnungsbau, der Heizungstechnik, der Umweltschutzforschung usw. unumgänglich und damit Gegenstand von Abstimmungsprozessen.

39. Das forschungspolitische Ziel der Energieforschung ist inhaltlich mit der Formulierung im Energieprogramm der Bundesregierung sowie des Rahmenprogramms Energieforschung identisch.

Lediglich der Begriff der "Verbraucherfreundlichkeit" der Endenergien ist eine Variante, die über die wirtschaftspolitische Forderung "an jedem Ort der Bundesrepublik" hinausgeht und den Beitrag des individuellen Verbrauchers zum Bruttosozialprodukt betont.

40. "Rationelle Energienutzung" ist das Gebot der Stunde und die Aufforderung, durch intelligentes Verhalten vorhandene Vorräte intensiver zu nutzen. Hierunter sind alle jene Verfahren einzuordnen, die durch überlegte Koppelschaltungen, Techniken der Wirkungsgraderhöhung, Nutzung bisher verworfener (insbesondere Wärme-) Potentiale und bewußte Handlungsweise aus gleichen Mengen an Primärenergien mehr Endenergienutzen ziehen.

41. "Umweltfreundliche Energieumwandlung und -Nutzung" ist wegen seiner hervorragenden Bedeutung speziell hervorgehoben, zumal rationelle Nutzung meistens umweltfreundlich ist, nicht jedoch umgekehrt: Industrielle Gasheizung ist sauberer als Ölheizung, industrielle Ölheizung aber leichter zu entschwefeln als individuelle Heizung. Insbesondere kann bei gleicher quantitativer Umweltbelastung durch einen bestimmten Prozeß der Ort der Emission den Ausschlag für ein anderes Versorgungssystem geben.

42. "Erzeugung sicherer, kostengünstiger und verbrauchergerechter Endenergien" wurde bereits angesprochen: Energieveredlung, leistungsfähige Transport- und Verteilungssysteme, Speicherung und neue optimierte Anwendungen dieser Energien sind der wesentliche Inhalt.

43. "Langfristige Sicherstellung notwendiger Primärquellen" umreißt neben Erschließung weiterer fossiler Quellen den mit öffentlichen Mitteln zu fördernden Marktdurchbruch der Kernenergie durch Förderung mittel- und langfristig unverzichtbarer Systeme des Hochtemperaturreaktors (für umweltfreundliche Stromerzeugung, Prozeßwärmebereitstellung, optimale Brennstoff- und Abwärmenutzung) des schnellen Brutreaktors (zur Sicherung der langfristigen Kernbrennstoffversorgung) und insbesondere des für die Öffentlichkeit annehmbaren geschlossenen Brennstoffkreislaufes. Eine Trennung von nuklearer und nichtnuklearer Energieforschung ist unmöglich, wie u.a. das Beispiel der nuklearen Prozeßwärme zeigt.

44. "Back-up Lösungen" wurden eingangs erwähnt. Sie umfassen sämtliche Aspekte der Sonnenenergienutzung (z.B. Biosynthese, Wind, Sonneneinstrahlung), die mögliche kontrollierte Fusion sowie die Geothermie. Ein Reserve-Aktivitätsbündel für mögliche weitere Quellen und Verfahren ist angefügt.

45. Besondere Betonung liegt bei allen mittel- und langfristigen Aspekten der Energiebedarfsdeckung auf der hinreichend sorgfältigen systemanalytischen und modelltheoretischen Behandlung denkbarer Energiesysteme. Ihre (der Systemanalyse) Nutzen-Kosten-Relation dürfte zu den höchsten im gesamten Entwicklungsbereich gehören, insbesondere, da sie kaum Handlungszwänge ("règle du π ") nach sich zieht.

46. Die Wechselwirkung zwischen Energiekosten und Wirtschaftsentwicklung ist dabei eine ebenso wesentliche Randbedingung für die Langfristplanung wie Umweltbelastung und soziale Faktoren der Energienutzung.

2.3 Übersicht über Energieforschungsinhalte

47. Voraussetzung für Maßnahmen ist die Kenntnis des jetzigen Standes der Energieforschung, die unter der Überschrift des jeweiligen Aktivitätsbündels angesprochen ist.

Es kann jedoch nicht Aufgabe dieser Übersicht sein, den bisher erreichten Erkenntnis- oder Entwicklungszustand der aufgeführten laufenden oder potentiellen Aktivitäten aufzuführen.

Shu 71 Ein Beispiel dafür sei das 500-seitige amerikanische Werk "Energy Research Needs".

Im folgenden wird daher nur versucht, die Aufmerksamkeit auf einige Aspekte zu richten, die bei dem jeweiligen Aktivitätsbündel besonders interessant erscheinen sowie durch Hinweis auf Quellen einen ersten Einstieg zu ermöglichen.

In Anlage 5 sind die erfaßten Förderungsvorhaben oder Programme mit möglichst vollständiger Angabe des Zuwendungsgebers bzw. der Forschungsinstitution versehen, um auch dort einen schnellen Einstieg für weitere Informationen zu bieten.

Es empfiehlt sich, die Aktivitätsfelder der 4. Umschlagseite zur besseren Übersicht auszufalten

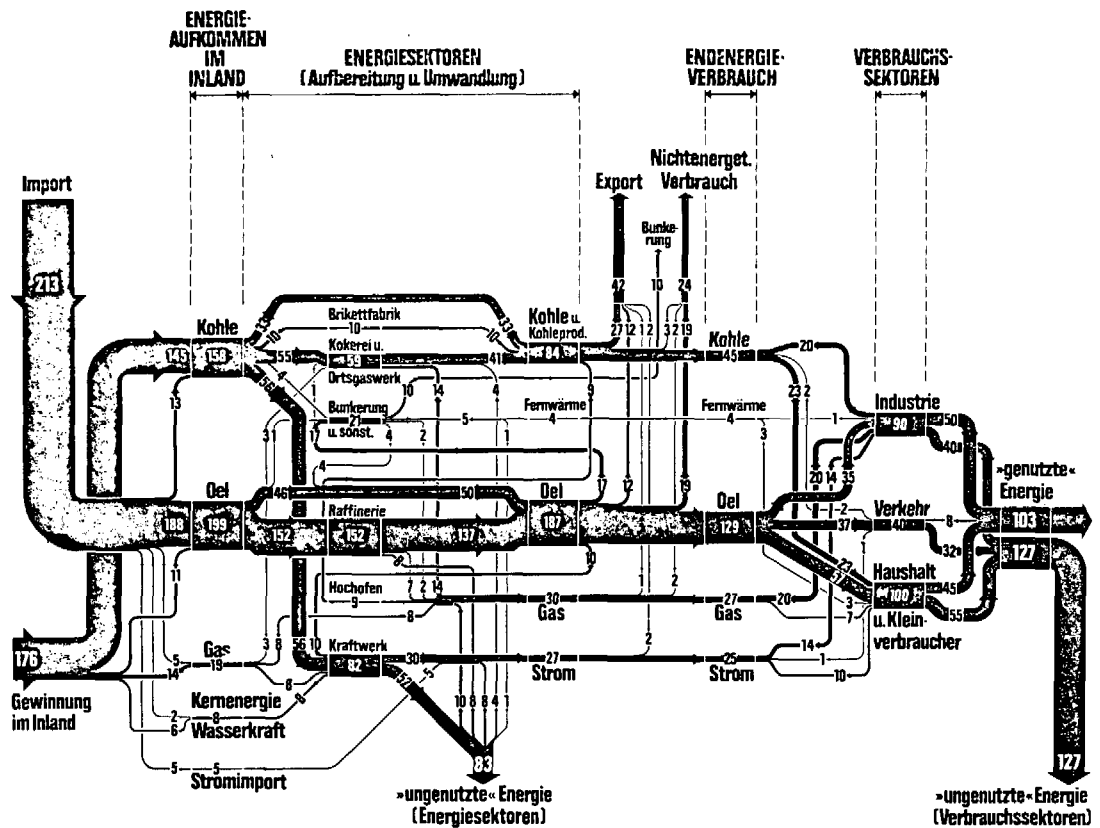


Abb. 6 : Ausführliches Energieflußbild der BRD 1970

Zu Teilziel 1 "Rationelle Energienutzung"

EF 1.01 48. Dem Grundgedanken, daß an den beschränkten Vorräten fossiler Energieträger nicht fortgesetzt Raubbau für energetisch ungünstige und ökologisch unverträgliche Verbrennungsprozesse getrieben werden kann, wurde durch die aktuelle Entwicklung auf dem Mineralölmarkt sichtbare Bedeutung verschafft :

Um u.a. die Gefahren einer Stagnation in den bisherigen Schlüsselindustrien mit ihren kaum überschaubaren Folgewirkungen zu verringern, werden Überlegungen zur Erhöhung der Selbstversorgungsrate mit Energie angestellt um insbesondere die Möglichkeiten zur Einschränkung des laufenden Primär-Energieeinsatzes durch rationellere Nutzung verfügbarer Energieträger, d.h. Abbau der "heimlichen Reserven", die in geringen Wirkungsgraden bei Umwandlung, Speicherung, Transport oder Endenergieeinsatz bestehen, zu erkennen und zu nutzen.

Abb. 6

49. Zur Lokalisierung dieser Möglichkeiten einige Fakten :

Die amtliche Statistik geht bisher für den Verbrauch der Endenergien von drei Verbrauchssektoren aus, deren Anteile an der gesamten Endenergie, vermuteter Wirkungsgrad sowie Anteil der eingesetzten Energie für die Funktion "Heizung" in Tabelle 3 dargestellt sind.

Tab. 3

Mit "Nutzungsgrad" ist dabei das Verhältnis von genutzter zu eingesetzter Endenergie gemeint, nicht die Hintereinanderschaltung der Wirkungsgrade ab Einsatz der Primärenergie unter Einschluß von Transport und eventueller Speicherung. Dieser Wert fiel - insbesondere bei elektrischer Energie - teils erheblich niedriger aus.

EF 1.02 50. Der Anteil der Funktion Raumheizung (ohne Prozeßwärme) am Primärenergieeinsatz - also einschließlich Umwandlung in Elektrizität und anschließender Widerstandsheizung - beträgt schätzungsweise 40% oder absolut (1971) 90 Mio to SKE.

Bei einer Relation von mehr als 8 zu 1 von Heizungsenergie zu übrigen Energiefunktionen im Haushaltsbereich ist bei diesen vielfältigen Funktionen insgesamt neben interessanten Aspekten, die durchaus eine ausführliche Untersuchung verdienen, kein echtes Potential für Einsparungen zu entdecken. Der Hauptgewinn dürfte auf der psychologischen Seite, d.h. Weckung eines Energiebewußtseins als Überbegriff des sich entwickelnden Umweltbewußtseins, liegen und breite Auswirkungen auf den Energieverbrauch in Haushalt, Verkehr, am Arbeitsplatz usw. haben.

51. Die mit der Nutzungsart "Raumheizung" verbundenen Gesamtwirkungsgrade in Abhängigkeit von den Endenergieformen (d.h. Verhältnis der Nutzenergie zur eingesetzten Primärenergie) sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tab. 4

52. Die genannten (geringen) Wirkungsgrade, insbesondere für Koks und Elektrizität fordern für die zukünftige Heizung viel Phantasie und große öffentliche Fördermittel.

Verbrauchssektor für Energie	Anteil an Energieverbrauch (%)	Ungefährer Nutzungsgrad (%)	Anteil von (2) für Heizung (%)
(1)	(2)	(3)	(4)
Industrie	40	50.5	75
Haushalt und Kleinverbrauch	45	51.8	80
Verkehr	16	17.8	5

Tab. 3 : Nutzung der Energie nach Verbrauchssektoren.
Schätzungen zu (3) noch ungünstiger in Abb. 6.
Schätzungen zu (2) nach : Sch 73, Beck 73

Heizungsart	Anteil dieser Heizungsart %	Gesamtnutzungsgrad %
(1)	(2)	(3)
Elektrische Widerstandsheizung	9	29
Gasheizung	9	55
Ölheizung	jetzt +	43
	1980	56
Koks	1980 +	42

+ erreichbare Bestwerte für Sammelheizung angenommen.

Tab. 4 : Häufigkeit und Gesamtnutzungsgrad verschiedener Heizungsarten nach : Rud 73

- JUn 73 Da auch Erdgas knapp und als Synthetisches Natürliches Gas (SNG) mit Wirkungsgraden zwischen 0.5 und 0.6 erzeugt werden wird, wird zwar Mineralöl den höchsten Nutzeffekt, vermutlich aber auch den bei weitem höchsten Preis (für Einkauf + Entschwefelung) haben.
- EF 1.03 53. Ein Ausweg liegt damit bei der Isolation der Gebäude gegen Wärmeabfluß, an die durch DIN-Norm 4108 heute viel geringere Forderungen gestellt werden als z.B. die Richtwerte für Schweineställe beinhalten.
Beträgt bei heutigem (und weiterhin steigendem) Wohnkomfort (bedingt durch fallende Zahl der Familienmitglieder pro Wohnung, höhere Heiztemperatur, und größere Wohnfläche) die zuzuführende Wärmemenge pro Jahr und 100 qm Wohnfläche grob 20 Gcal entsprechend 28 to SKE oder 2000 l Heizöl, so beträgt die entsprechende Größe bei elektrisch beheizten Wohnungen etwa die Hälfte hiervon, also etwa 10 Gcal oder 11600 kWh.
- Rud 73 Dies liegt an der erhöhten Isolation, die Hausbesitzer aufgrund der bisherigen Kostenrelation für Heizöl und Strom (1 kWh Strom kostet bei Nachtspeichertarif ohne Grundgebühr etwa 5 Pfg., das Wärmeäquivalent an Öl (einschließlich Wirkungsgrad der Heizanlage etwa 1/5 l) 3 Pfg., d.h. :
Mit Einführung mindestens dieser Isolationsforderung für alle Wohnungen und Geschäftsgebäude könnte etwa die Hälfte der laufenden Heizungsenergie für die Endverbraucher eingespart werden.
54. Die notwendigen Isolationsmaterialien jedoch schlagen im Primärenergieverbrauch zu Buche. Ihr Betrag ist sorgfältig abzuschätzen. Dieses Potential für Ersparnis von Heizenergie ist eine Herausforderung an die Bautechnologie (Isolationsmaterialien, Anordnung zur Sonnenrichtung etc.) sowie zur verstärkten Nutzung der Wärmepumpe (die gemessen am Stromeinsatz die 2-3fache Wärmemenge bereitstellt) auf Eignung und Weiterentwicklung für Großserienreife.
- Bec 74 Zahlreiche weitere technische, psychologische und organisatorische Maßnahmen bei der Planung und Nutzung insbesondere von Bürobauten enthalten ein erhebliches Potential für Energieeinsparungen.
- EF 1.04 55. Sowohl für die Investitionsbereitschaft der Bauherren und die Einführbarkeit eines Energie-TÜV neben der baustatischen Abnahme von Gebäuden als auch für den Umgang mit Energie im Haushalt, Büro, am Arbeitsplatz und im Verkehr spielt ein breites öffentliches Energiebewußtsein vermutlich eine wesentlichere Rolle als die Technik. Es sollte mit den Mitteln fundierter Aufklärungsarbeit und Motivation gefördert werden.
- EF 1.05 56. Die Wirkungsgrade η für Energieumwandlung und -Nutzung bedecken das ganze Spektrum von Werten mit $0 < \eta < 1$ (Glühfadlampe $\sim 8\%$, Widerstandsheizung $\approx 100\%$).
Neben den thermodynamisch oder technisch-kostenmäßig bedingten schlechten Werten für Wirkungsgrade sind unvollständige Verbrennung bei Otto - und Dieselmotoren oder falsch dimensionierte Antriebe typische Quellen von Verbesserungen. Das zugehörige

Anlage	fu
hydraulisches Kraftwerk	0
thermisches Kraftwerk mit fossilen Brennstoffen	2,6 bis 2,7
Kernkraftwerk mit Hochtemperaturreaktor	2,4 bis 2,6
Kernkraftwerk mit Leichtwasserreaktor	3,0 bis 3,2
Kernkraftwerk mit Leichtwasserreaktor, 900 MW nominal und 500 Gcal/h Nutzwärmeentnahme bei 120°C	2,0
mit voller Nutzwärmeentnahme	1,1
Gegendruck-Fernheizdampfkraftwerk	1,2
Gasturbine mit reiner Krafterzeugung	3 bis 5
Gasturbine mit voller Nutzwärmeentnahme	1,15 bis 1,3
individuelle Gebäudeheizung mit Heizöl/ Erdgas	1,3 bis 1,5
Fahrzeugantrieb mit flüssigen Treibstoffen bei wirtschaftlichem Dauerbetrieb	5 bis 6
bei integriertem Jahresbetrieb eines PKW	10 bis 12
hydraulische Speicherpumpe	fu des Stromerzeugers $\times [1 + (1/\eta_p - 1/\eta_T)]$
Wärmepumpe	fu des Stromerzeugers $\times (0,2 \text{ bis } 0,3)$
Kältemaschine	fu des Stromerzeugers $\times (0,1 \text{ bis } 0,2)$

Tab. 5 : Beispiele für den Umweltbelastungsfaktor $f_u = \eta^{-1}$
aus : TR 73

Einsparungspotential muß erforscht und in Relation zu den dadurch ausgelösten Kosten gesetzt werden.

Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades bei Spitzenlastausgleich durch Speichertechniken wird in Teilziel 3 verfolgt, Ersatz teurer Spitzenlast durch billigere Grundlastgeneratoren gehört jedoch zur systematischen Analyse der Wirkungsgrade.

- EF 1.06 57. Einmalverwendung von Rohstoffen ist unwirtschaftlich und ist Vergeudung. Vom
 Abb. 7 Energiestandpunkt als gleichwertigem Kriterium (neben Rohstoffschonung) liegt im
 Recycling eine wichtige Quelle der Einsparung, zumal Wiederaufbereitung von Schrot-
 ten aller Art oft nur Bruchteile der Energie für die Gewinnung aus Erzen kostet.
 E Fa 73 Für Wärme auf unterschiedlichen Temperaturniveaus gilt ähnliches. Intensive Forschung
 dürfte hier eine Reihe von Einsparungsmöglichkeiten aufweisen. Als Beispiel sei auf
 Wärmerückgewinnung in Bürogebäuden durch Austausch der latenten Wärme von Ab-
 und Frischluft hingewiesen, die Einsparungen von Heizenergie um 50% erbringt.
- EF 1.07 58. Das Konzept der Abwärmenutzung von Kraftwerken und Prozeßanlagen durch
 Einspeisung in das Fernwärmenetz muß unter diesem Gesichtspunkt besonders geprüft
 werden. Hier stehen Investitionskosten und mögliche Schmälerung des Wirkungsgrades
 (für Stromerzeugung) der Vergütung für Fernwärmeabgabe auf einem sinnvollen Niveau
 gegenüber. (Vorlauftemperatur T von $100 \leq T \leq 200^\circ \text{C}$).
 Inwieweit Zwischenanhebungen des Temperaturniveaus z.B. durch Wärmepumpen er-
 folgversprechend sind, bleibt ebenfalls zu klären.
- EF 1.08 59. Neben dem Wirkungsgrad η von Wandlungsprozessen als Verhältnis von
 End- zu jeweiliger Primärenergie, dessen Ergänzung auf 1 jeweils an die Umwelt ab-
 gegeben wird, ist der Kehrwert f_u als Umweltbelastungsfaktor ein gebräuchliches Be-
 urteilungskriterium für Wandlungsprozesse.
 Ziel einer umweltschonenden Energiedarbietung ist es, den Umweltbelastungsfaktor
 Tab. 5 f_u möglichst nahe an 1 zu bringen.
- Eng 73 Ein typischer Weg dafür ist die Wärme-Kraft-Kopplung, bei der dem Turbinenprozeß
 Nutzwärme auf einem brauchbaren Niveau entzogen wird. Sie ist ein stehender Be-
 griff und Stand der Technik insbesondere in der chemischen- und Papierindustrie.
- Beck 73 Das Anwendungsfeld "Fernheizung" als Teil einer Wärme-Kraft-Kopplung wirft neben
 Preisgestaltungs- eine Reihe von Abhängigkeitsgesichtspunkten auf, die in Verbindung
 von technischen, wirtschaftlichen, Sicherheits- und ökologischen Argumenten opti-
 miert werden müssen. Sie stellen ein zukunftsreiches, insbesondere system analyti-
 sches Arbeitsfeld dar.
60. Die genannten Einzelanregungen sind nur beispielhafte Hinweise auf zahlreiche
 Ansatzpunkte für Energieeinsparungen im Hinblick auf geringere Zuwachsraten des
 Primärenergieeinsatzes. Die Erhaltungssätze der Naturwissenschaften lassen jedoch
 solche Erhöhungen der Nutzenergie auf Kosten der Entropie, also dem natürlichen
 Ausgleich aller Temperaturunterschiede, nur beschränkt zu. Sie fordern Aufwand an
 anderer Stelle.

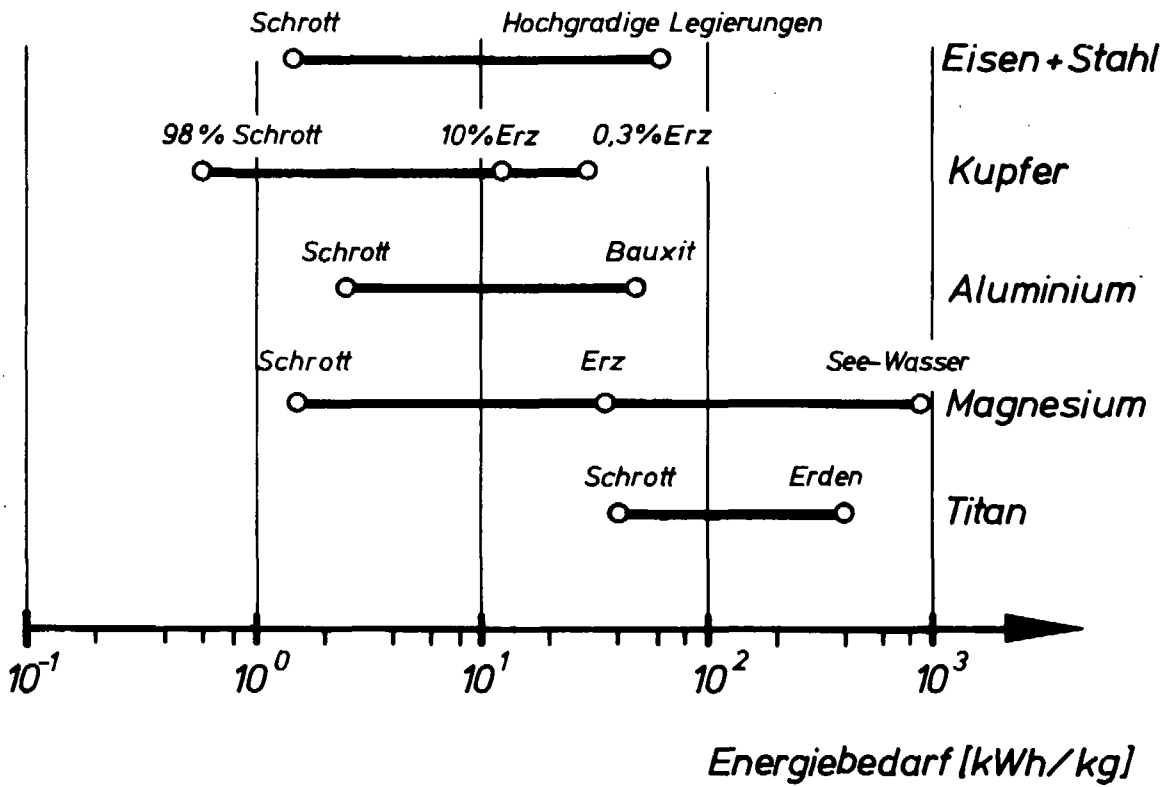


Abb. 7 : Energiebedarf für Gewinnung und Recycling ausgewählter Metalle
nach : EFa 73 und Bra 72

Endenergieform für Raumheizung	Emissionen in g/m^2 und Heizperiode				Ort der Emission	
	SO_2	NO	Staub	CO		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Elektr. Widerstands- heizung	500	200	60	2	Kraftwerk außer- halb Ballungsgeb.	
Gasheizung	0.8	66	10	0.2	Verbraucher	
Ölheizung	jetzt	240	188	57	18	Raffinerie und
	1980	230	167	34	10	Verbraucher
Koks	1980	1170	180	220	1300	Kraftwerk und Verbraucher

Tab. 6 : Gesamtemission bei verschiedenen Energieträgern für "Heizung" Rud 73

Wasserverbrauch	1965			2000		
	Entzug	Abfluß	Luft	Entzug	Abfluß	Luft
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Städt. Versorgung	98	56	42 Km^3/a	950	760	190 Km^3/a
Bewässerung	2300	600	1700 Km^3/a	4250	400	3850 Km^3/a
Industrie	200	160	40 Km^3/a	3000	2400	600 Km^3/a
Kraftwerke	250	235	15 Km^3/a	4500	4230	230 Km^3/a
Gesamt	2848	1051	1797 Km^3/a	12700	7790	4910 Km^3/a

Tab. 7 : Abschätzungen über den anthropogenen Eingriff in den Wasserkreislauf Flo 73

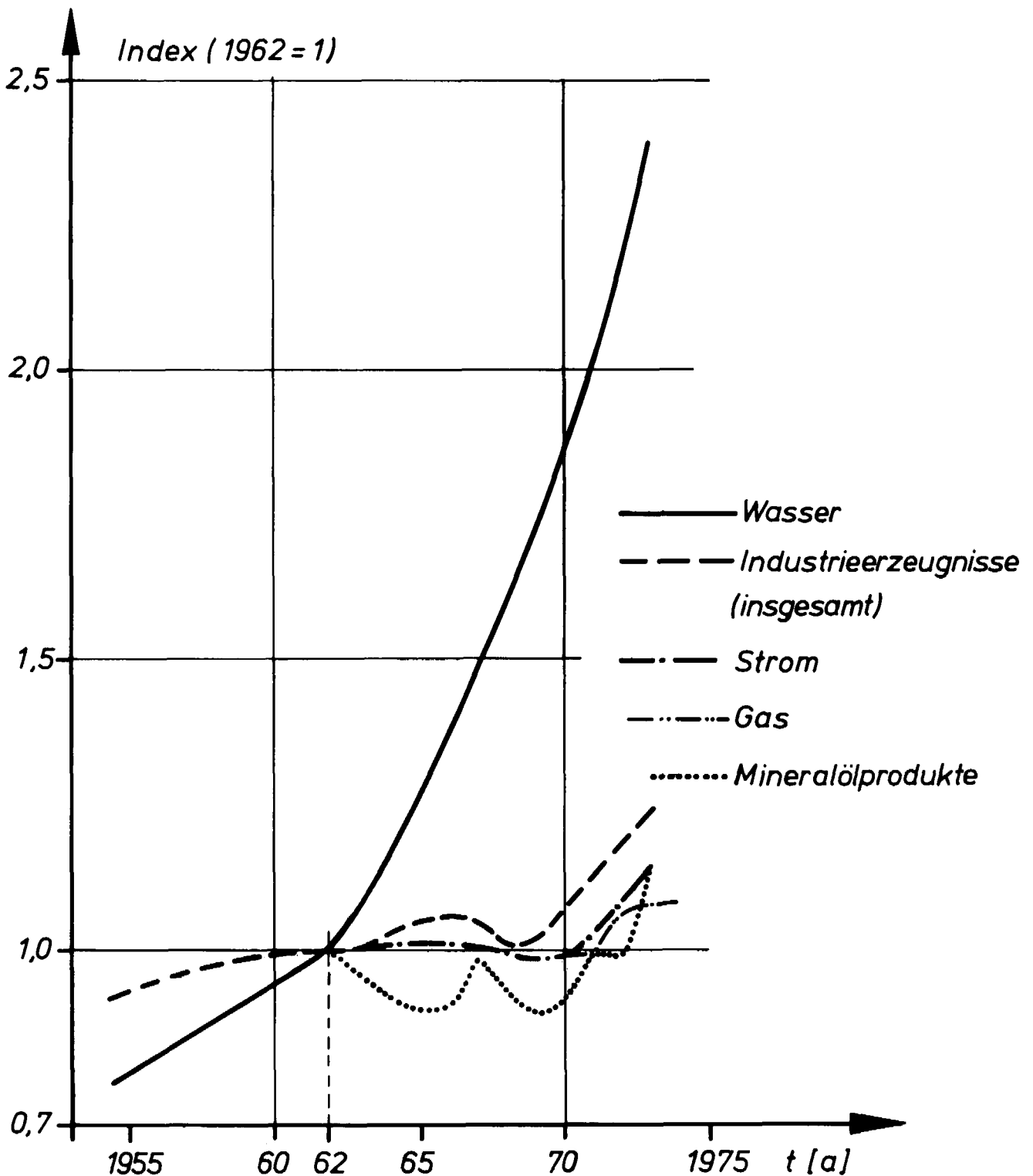


Abb. 8 : Entwicklung der Wasserpreise im Vergleich zur Preisentwicklung der Industrieprodukte und einiger Energieträger.

Der mittlere Bedarf steigt mit 4%/a, wobei "Haushalt und Kleinverbrauch" mit 4.5%/a steigt.

nach : Statistisches Bundesamt, aufgeführt in VIK 71,
bzw. FAZ, Blick durch die Wirtschaft, 14.2.74

Am Beispiel Isoliermaßnahmen als potentiell größte Sparmöglichkeit an Energie wird dies deutlich :

Beck 73 Angenommen im Laufe von 15 Jahren (Neubau- und Altbaurenovierungsrate betragen etwa 6%/Jahr) werden alle bestehenden und neuen Gebäude zusätzlich isoliert. Dies führt zu erhöhten Aufträgen im Industriezweig Steine und Erdmaterialien sowie bei den synthetischen Isolierstoffen der Chemie. Beide Industriezweige sind nach der Hüttenindustrie die größten Energieverbraucher. Es bleibt daher zu untersuchen, inwieweit Endenergie-Einsparungen zu Primärenergieaufstockungen führen, die als kurzfristig, d.h. sofort wirksam intendiert nur langfristig wirksam werden können.

61. Es bedarf keiner besonderen Betonung, daß dieser anfängliche Investitionsaufwand sowohl an Energie wie an Finanzmitteln durch die späteren Einsparungen wieder ausgeglichen werden muß. Die Grenzen der Rentabilität sind deshalb in jedem Einzelfall zu ermitteln; insbesondere ist in jedem Einzelfall die Belastung der Rohstoffvorräte als ebenfalls limitierender Faktor relativ zum Energiefaktor zu bewerten.

62. Welche tatsächlichen Reduktionen sich im Primärenergieverbrauch (oder zumindest in dessen Zuwachsraten) erzielen lassen, ist weitgehend offen.

Per 73 "Es sollte jedoch betont werden, daß unser Hauptinteresse am Energieverbrauch auf eine Herabsetzung der Umweltbelastungen und Erhaltung der Quellen als auf eine Herabsetzung des Wachstums an sich zielen sollte."

Zu Teilziel 2 "Umweltfreundliche Energie-Umwandlung"

EF 2.01 63. Abwärmennutzung dient neben der Energie-Einsparung dem Umwelt- insbesondere dem Wasserschutz.

Buk 73 Zusätzlich zur Randbedingung "Umweltfreundlichkeit" von Prozessen sind gezielte Aufwendungen zur Reduktion der Abgabe von Wärme, Gasen und Stäuben erforderlich. Hierbei ist zwischen den hauptsächlich lokal und regional wirkenden Stäuben und Gasen wie SO_2 , NO_x und Wärme sowie den global wirkenden Emissionen von CO_2 und Wasserdampf zu unterscheiden. Entsprechend unterschiedlich sind die zugehörigen Maßnahmen.

Rud 73,2 Beispiel 1 : Selbst bei geringeren Energievorteilen des Elektroautos gegenüber dem Otto- oder Dieselmotor könnte ein wesentlicher Vorzug (bei Erfüllung der anderen technischen Anforderungen) in der Verlagerung der SO_2 -, NO_x - und CO-Emission aus dem Ballungsgebiet zum fernab liegenden Kraftwerk liegen.^x

Tab. 6 Dies kann auch die Bewertung der Heizungsenergieträger beeinflussen.

Pet 72 Beispiel 2 : Da die globale anthropogene Wärmefreisetzung z.Z. pro Jahr geringer ist als die stündliche Einstrahlung der Sonne, liegt auch das Abwärmeproblem lokal begründet : Wärmefreisetzung in der BRD $\sim 1,3\%$ der natürlichen Einstrahlung, im Stadtgebiet Münchens $\sim 15\%$.

- Nie 73 Beispiel 3 : Sind die langfristigen Auswirkungen der CO_2 -Emission abschätzbar, (wenngleich nur als ein Parameter unter vielen) so ist die Emission von Wasserdampf und die daraus resultierende erhöhte Wolkenbildung sowie die damit verbundene Abkühlung der Erde durch erhöhte Albedo vermutlich von überragender Bedeutung. Klärung dieser Frage hat entscheidende Auswirkungen auf Kühltechnik, Wasserhaushalt und -Bewässerung (letztere schluckt heute 95% des anthropogenen Wasserverbrauchs).
64. In EF 2.01 sind nicht Erhebungstechniken zur Überwachung bzw. Normengebung gemeint, sondern Forschung zur Herabsetzung der Emission.
- EF 2.02 65. ... fordert gezielten Forschungsaufwand in Verbund von Energietechnik, Meteorologie (auch maritime Meteorologie), Klimatologie und Ökologie. Gilt der CO_2 - Effekt (Erwärmung der unteren, nicht der gesamten Atmosphäre, also stärkerer vertikaler Temperaturgradient durch erschwerte Infrarot-Abstrahlung) als abschätzbar, so läßt die zusätzliche Wasserverdampfung und damit einhergehende Wolkenbildung nur Vermutungen zu : Eine nicht direkt erkennbare Erhöhung der mittleren Wolkenhäufigkeit um 1% bewirkt eine Rückstreuung des Sonnenlichts und damit Abkühlung der Erde in der Größenordnung der globalen anthropogenen Wärmefreisetzung der nächsten Jahrzehnte !
- Flo 73
- Anl. 4.3
- EF 2.03 66. Die im angelsächsischen Schrifttum seit längerem untersuchte "public risk acceptability" ist die Voraussetzung für die breite Unterstützung nicht nur der Brüterentwicklung als langfristige, krisensichere Energiequelle (hier meist durch ablehnende Bürgerinitiativen sichtbar geworden) sondern ebenfalls für das breite Feld der Siedlungsstruktur, Trassierung von Verteilernetzen, Baumaßnahmen zur Erhaltung der Stadtkerne, Änderung der Planfeststellungsverfahren usw. Hiermit eröffnet sich ein zweites Feld (neben EF 1.04) für die Sozialforschung.
- Hae 73,2
- EF 2.04 67. "Leistungsplan Wasser" als Hinweis auf den bald teuersten Rohstoff der Industrieländer ist nur ein weiteres Stichwort zur Wechselwirkung zwischen Energieversorgung, Produktion, Umwelterhaltung und Trinkwasserversorgung. Technologien der Energieumwandlung, die den Wasserhaushalt weniger belasten (keine Fließwasser- oder Verdunstungskühlung) müssen daher in Zukunft mit erheblicher Priorität gegenüber den bisherigen, mit zweifellos billigeren Kühlverfahren ausgestatteten Technologien gefördert werden. Dies betrifft insbesondere den verstärkten Einsatz des Hochtemperaturreaktors gegenüber wassermodierten Reaktoren, aber auch die Techniken der Rückkühlung wie Wärmepumpeneinsatz in Fließwasser, wobei auch Zusatzbelüftungen von Gewässern vorgenommen werden sollten.
- Abb. 8
- Tab. 7
- EF 2.05 68. In der "Entsorgung" der Ballungsgebiete ebenso wie der ländlichen Gemeinden und Industrieansiedlungen mit dem Anliegen der Rückgewinnung von Wärme und Rohstoffen (EF 1.06) sind Wasserschutzmaßnahmen und Entsorgungstechnologie eng miteinander verknüpft. Studien zur quantitativen Analyse von Interdependenzen und Eingriffsmöglichkeiten sind global und überregional in Arbeit, regional erst im Aufbau begriffen und unbedingt zu fördern.

- EF 2.06 69. Umweltfreundliche Rohmaterialgewinnung zielt z.B. auf Innovation in der Stahlerzeugung (Vermeidung der Kohlenstoff-Zwischenstufe durch Direktreduktion mit Wasserstoff, der durch die nukleare Prozeßwärme preisgünstig erzeugt werden kann).
- EF 2.07 70. Entschwefelung ist ein Kostenpunkt insbesondere für mittelöstliches Erdöl und Kohle, der erheblicher Anstrengungen bedarf und durch Wärme aus Hochtemperaturreaktoren über Naphta- und Methanspaltung preisgünstig gelingen dürfte. Hier besteht ein enger Bezug zu den Kohleveredlungsverfahren, deren Möglichkeiten zur Entschwefelung von Produkten oder Rauchgasen wesentliches Bewertungskriterium sind.
- Eic 74
Abb. 9
- EF 2.08 71. ist eine Ergänzung zu EF 2.01 und zielt auf Techniken zur Reduktion der Abgase bei Boden- und Luftfahrzeugen. Die zugehörige Brennstoffsubstitution wird in EF 3.06 behandelt. Insgesamt dürfte das Zusammenwirken der beiden Randbedingungen Umweltschutz und rationeller Umgang mit Energie eine Reihe von Innovationen anregen zur Erhaltung einer dem erstrebten Wohlstand gerechten Umwelt.

Zu Teilziel 3 "Erzeugung sicherer, kostengünstiger
und verbrauchergerechter Endenergien"

72. Ausgehend von der Annahme, daß Primärenergien im Prinzip in hinreichender Menge verfügbar sind, jedoch dem Verbraucher in geeigneter Form dargeboten werden müssen, spielen Endenergieformen, Speicherung, Transport und Verteilung - eine übliche Unterscheidung des EVU-Gewerbes und wesentliche Tarifgestaltungsgröße - die ausschlaggebende Rolle in diesem Teilziel.
- Bar 73 Substitution des Mineralöls gehört als Beitrag zur sicheren Energieversorgung in dieses Kapitel.

Ausgehend von der langfristig orientierten Bedarfsanalyse und den erkennbaren technologischen Lösungsmöglichkeiten sowie systematischen Untersuchungen zur optimalen Gestaltung des Endenergieangebots werden daher zunächst die Handhabung edler Endenergien, danach die Technologien ihrer Darbietung diskutiert.

- EF 3.00 73. Wesentliche Voraussetzung für die Gewichtung der Energieforschungsmaßnahmen sind Kenntnisse über
- die Höhe und zeitliche Verteilung des Bedarfs jeweiliger Endenergieträger
 - den Grad der wechselseitigen Substituierbarkeit konkurrierender Energieträger
 - die Einflüsse technologischer und wirtschaftlicher Entwicklungen auf die Kostenstruktur der Energiedarbietung
 - das Verhalten der Verbraucher in Abhängigkeit von Kosten, Komfortangebot, Einschätzung der Versorgungssicherheit usw.
 - Trends langfristig wirksamer Änderungen in der Siedlungsstruktur im Hinblick auf Planung von Versorgungsnetzen

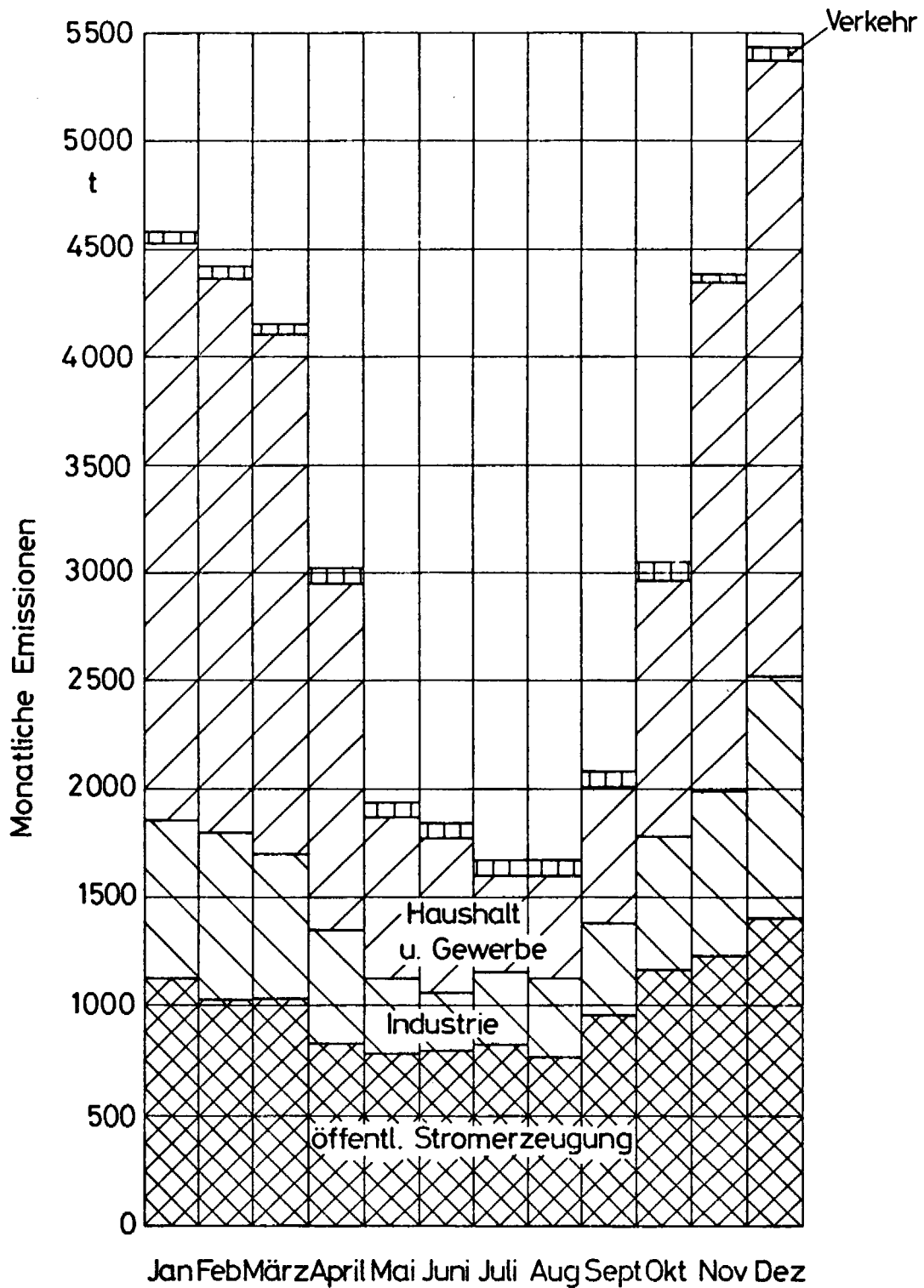


Abb. 9 : Zur Bedeutung der Entschwefelung von Mineralöl und Rauchgas bzw. Erzeugung schwefelfreier Brennstoffe für Raumheizung aus : Pet 72

- Auswirkungen eines veränderten Rohstoffangebots und wachsender Anforderungen an den Umweltschutz

usw.

Die Fachdisziplin zur analytischen Bewältigung der nur angedeuteten wechselseitigen Abhängigkeit von Einflußgrößen ist die Systemanalyse. Ihr zweiter Schritt ist Modellentwicklung und Strategierechnung als ein Spezialfall des Planspiels.

- Mea 71 74. Der Club of Rome hat das spektakulärste Beispiel einer globalen systemanalytischen Untersuchung einiger möglichen Auswirkungen des fortgesetzten Raubbaus an natürlichen Vorräten und Energiequellen sowie der damit verbundenen Umweltbelastung demonstriert. Zahlreiche Studien auf geographischen Teilgebieten sind gefolgt oder in Arbeit. Sie verdeutlichen die in Ballungsgebieten potenzierten Einflüssen der Umweltbelastung durch Wärme, Gase, Stäube im Zusammenhang der Energienutzung, Rohstoffaufbereitung und industriellen Produktion.
- Jul
- Damit gewinnt der Umweltaspekt eine von Siedlungsstruktur, Wasserwirtschaft, Bodenbeschaffenheit abhängige zusätzliche Komponente, wobei die verschiedenen Einflüsse in Fragen der Versorgungssicherheit mit Primärenergien, Kosten der gesamten Energieumwandlungskette bis zur endgültigen Wärmeabgabe an die Umwelt einschließlich dabei entstehender sozialer Kosten eine weitere entscheidungsrelevante Dimension der Modellentwicklung sind.

75. Eine ins Auge gefaßte Koordination der systemanalytischen Gruppen zur Schaffung einer größeren Prognosekapazität ist ein erster Schritt zur Nutzung relativ kostengünstiger Vorentscheidungsmöglichkeiten ($\approx 1\%$ der FE-Kapazität der öffentlichen Hand). Wegen dieser wichtigen Eigenschaft ist das umrissene Aktivitätsbündel abweichend von der übrigen Klassifikation benannt worden.

- EF 3.01 76. Speicherung von Elektrizität betrifft hauptsächlich drei Einsatzgebiete, nämlich :
- mobile Verwendung
 - stationäre Verwendung als Notstromeinrichtung für spezielle Anschlüsse und
 - stationäre Verwendung zum Ausgleich der tageszeitlichen oder jahreszeitlichen Lastschwankungen am Netz.

Für erstere werden hauptsächlich chemische Zwischenträger in Form von Batterien verwandt, die sich jedoch durch hohes Gewicht, geringe Leistungsdichte und geringe Gesamtladung auszeichnen.

Ähnliches gilt für Notstromaggregate, jedoch mit dem Entwicklungsziel höherer Gesamtleistung bei geringeren Kosten.

- Abb. 10 77. Die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Last des elektrischen Versorgungsnetzes zwingt zum Netzausbau für Spitzenlast und dauernde Mitregelung der jeweils angeschalteten Generatoren. Dies führt zu teuren Spitzenlastgeneratoren

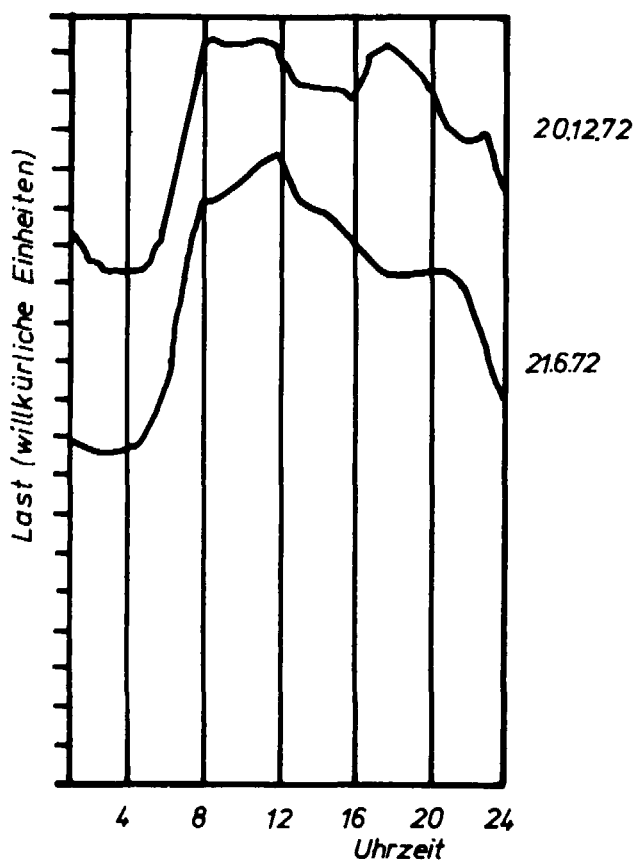


Abb. 10 : Tageslastgang 1972 der deutschen Kraftwerke, jeweils am 3. Mittwoch im Dezember (oben) und Juni (unten).
nach : VDEW 73

Übertragungsart	Kabeldaten		Anlagekosten DM(MVA-Km)	Spezifische Verluste kW/Km
	kV	MVA		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Supraleiter- Drehstromkabel	110	2500	1400	100 160/Anschluß
Künstlich gekühltes Ölkabel	400	1740	1500	336
SF ₆ -Rohrschiene	400	1680	2500	265
Tiefgekühltes Normal- leiterkabel	400	2080	2500	330

Tab. 8 : Spezifische Anlagekosten und Verluste für unterirdische Drehstrom-Hochleistungsverbindungen
nach : Bog 71

und aufwendiger Regeltechnik, die durch Speicher (sowohl Kurz- als auch Langzeitspeicher) teilweise umgangen werden kann. Größeres Gewicht ist allerdings auf zeitlich ausgeglichene Abnahme durch Gestaltung günstiger Industrietarife für allgemein verbrauchsschwache Zeiten zu legen.

Per 73 78. Neben Pumpspeicherwerken (Wirkungsgrad - definiert durch das Verhältnis wiedergewonnener Generator - zu aufgewandter Pumpenergie - $\sim 67\%$), und Luftkompressoren ($\sim 80\%$) werden mechanische Speicher (Schwungräder $\sim 87\%$) erprobt und sollten verbessert werden. (Inwieweit die Brennstoffzelle für stationären Einsatz dem Elektro-Netz die Flexibilität eines chemischen Netzes verleihen kann, bleibt der Entwicklung überlassen.)

Bog 71 79. Die Leistungsübertragung elektrischer Energie drängt zu

- immer höheren Spannungen (110 KV, 350 KV, ...)
z.B. durch Inertgaskapselung
- geringeren Widerständen
z.B. durch Kabel aus Reinstaluminium unter Tiefkühlung
- höheren Stromdichten
z.B. durch Zwangskühlung
- Supraleitung zur Umgehung der Hochspannungsverluste, Leitungswiderstände und der beschränkten Handhabbarkeit großer Generatoren.

Bir 73 Zur Zeit dürften zwar die technischen und wirtschaftlichen Grenzen der verschiedenen Entwicklungsstrategien abschätzbar sein; da jedoch der kommende Übertragungsbedarf in Abhängigkeit von der Flächendichte der Abnehmer, der geographischen Verteilung der Generatoren, deren Größe usw. kaum erkennbar sind, ist eine Entscheidung über die Struktur des zukünftigen Übertragungsnetzes kaum möglich. Insbesondere verhindert die internationale Verflechtung der elektrischen Versorgungsnetze einschneidende, nationale Entscheidungen.
Da der Ausbau des Übertragungsnetzes mit der Wurzel der Last wächst und die 750 KV-Stufe noch kaum besetzt ist, liegen im konventionellen Bereich erhebliche Reserven. SF₆-Schalttechnik und Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) erschließen ein weiteres Niveau um etwa 1000 ... 1200 KV, d.h. ein etwa 10faches Leistungspotential gegenüber dem 380 KV-Netz. Im Verbund mit Spitzenlastausgleich entstehen somit weitere Reserven:

Tab. 8 80. Das Potential für Supraleitung wird aus technologischen, wirtschaftlichen und Zuverlässigkeitsgründen sehr unterschiedlich beurteilt; seine Erschließung - orientiert am bestehenden und erkennbaren Bedarf - sollte aufgrund der nicht unerheblichen Risiken auf internationaler Ebene fortgesetzt werden. Insbesondere bei Berücksichtigung des Trassierungsbedarfs und der Leitungsverluste lassen sich Kostenvorteile begründen.

EF 3.02 81. Transport und Verteilung von Gasen kostet pro Energieeinheit nur etwa 1/3 des
Bar 73 entsprechenden Wertes für elektrischen Strom und ist zudem technologisch einfach handhabbar. Der Ausbau bestehender Netze weist Entwicklungsaufgaben auf dem Materialsektor (Schweißtechnik, Korrosionsbeständigkeit etc.) aus und ist mit ähnlichen Unsicherheiten hinsichtlich des langfristigen Bedarfs ausgestattet wie das elektrische Netz.

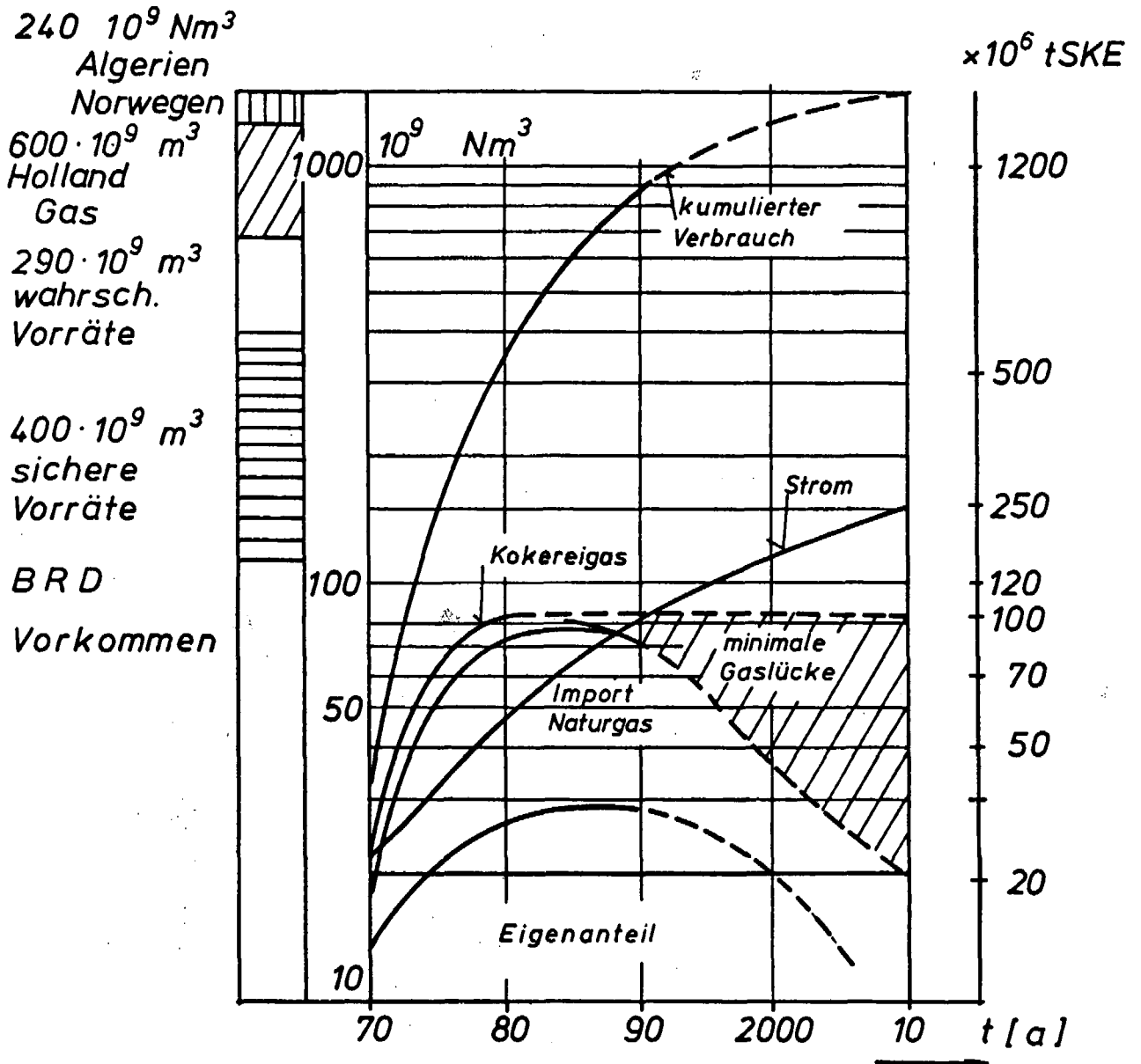
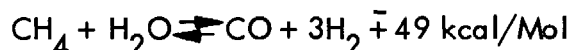


Abb. 11 : Gasverbrauch und erkennbare Mindestlücke der Gasversorgung bei Extrapolation der Entwicklung nach : Thi 74

Beide zu übertragenden Energiearten ergänzen sich für die Funktion "Heizung", und ihre relativen Anteile dürften wesentlich von den Möglichkeiten zur kostengünstigen Erzeugung synthetischer natürlicher Gase (SNG) mit Hilfe von Hochtemperaturreaktoren aus Kohle abhängen. Abb. 11 enthält eine Minimalabschätzung des Bedarfs.

Abb. 11

82. Die Variante des geschlossenen Kreislaufes von Gasen, in dem z.B. die Reaktion



Anl. 4.4 im Sekundärkreis eines Hochtemperaturreaktors (\rightarrow) bzw. beim Verbraucher (\leftarrow) abläuft, bedarf ausführlicher Analyse hinsichtlich Wirkungsgraden, Kosten, usw. Im Erfolgsfalle verdient sie aufgrund der Umweltfreundlichkeit, geringen Energieverluste und des entfallenden Kohlenstoff-Verbrauchs große Aufmerksamkeit für die Fernwärme-Versorgung der Ballungsgebiete und Rohstoffversorgung einiger Schlüsselindustrien. Für die Funktion "Heizung" konkurriert dieses System mit den (konventionellen) Fernwärmenetzen, die z.B. auf hohe Temperaturen zur Methanspaltung verzichten können ("Kalte Hochtemperaturreaktoren"). Hier sind ausführliche Nutzen-Kosten-Analysen und Systemvergleiche im Hinblick auf koppelbare Zusatzanwendungen Voraussetzung für jeden weiteren Schritt in Richtung auf Demonstrativvorhaben.

83. Zur Gasspeicherung sei verwiesen auf den soeben fertiggestellten größten Kugelspeicher der Welt, der von der GASAG in Berlin benutzt werden wird :
332.000 Nm³ Inhalt, 10 atü, d.h. etwa 22 m Durchmesser.

Versuche der Kavernensprengung zur Erzeugung geeigneter Hohlräume im Felsen haben bisher noch zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt, da die Leckraten zu groß sind. Hier besteht jedoch ein erhebliches Entwicklungspotential, insbesondere im Hinblick auf Druckgasspeicher für Spitzenlastturbinen.

EF 3.03 84. Flüssigbrennstoffe, insbesondere verflüssigte Gase (LNG), werfen zahlreiche sicherheitstechnische- und Wirtschaftlichkeitsaspekte auf und stehen in enger Wechselwirkung mit dem Transportproblem für Gase über große Entfernungen (Iran - BRD, Algerien - Frankreich). Handhabbarkeit und hinreichende Energiedichte pro Raumeinheit sind im Zusammenhang der Brennstoffsubstitution im Verkehrssektor angesprochen.

EF 3.04 85. Nutzbare Wärme wird meist unterschieden nach

- niedertemperaturiger Wärme ($T \leq 170^\circ\text{C}$)
- mitteltemperaturiger Wärme ($170^\circ\text{C} \leq T \leq 350^\circ\text{C}$)
und
- hochtemperaturiger Wärme ($T \geq 350^\circ\text{C}$),

die jeweils ihr spezielles Anwendungsfeld haben :

86. Mit der Mineralölsituation ist das Heizungsproblem als Hauptanwendungsgebiet niedertemperaturiger Wärme in das öffentliche Interesse gerückt worden. Von den

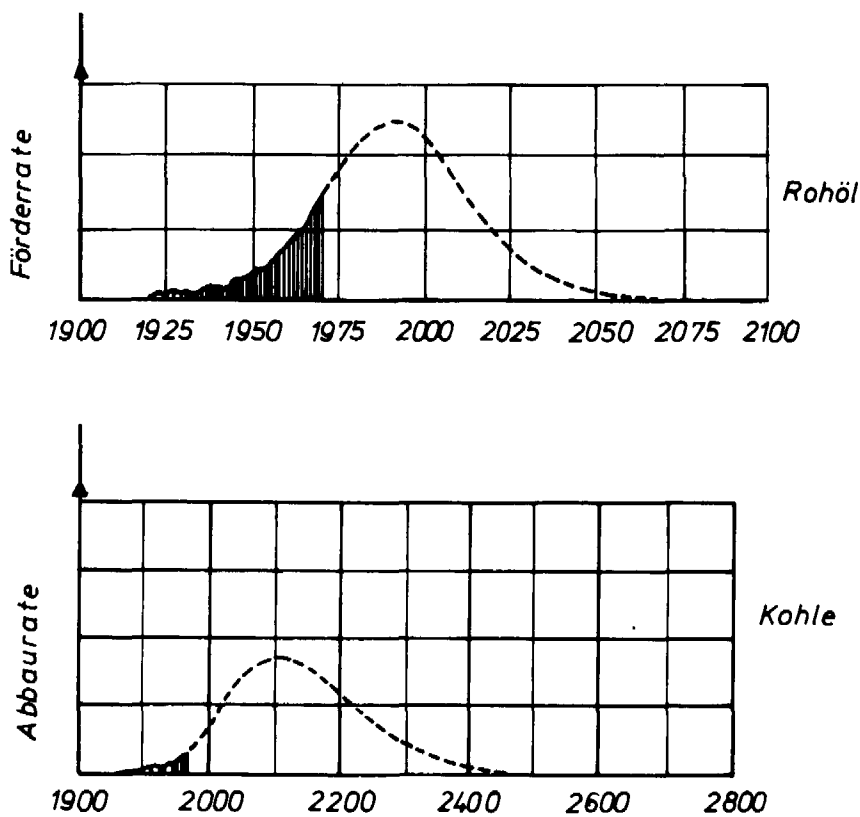


Abb. 12 : Projektion globaler Abbauraten für Erdöl (oben) und Kohle (unten) bei jeweils pessimistischer Schätzung der abbaubaren Vorräte aus : Hub 71

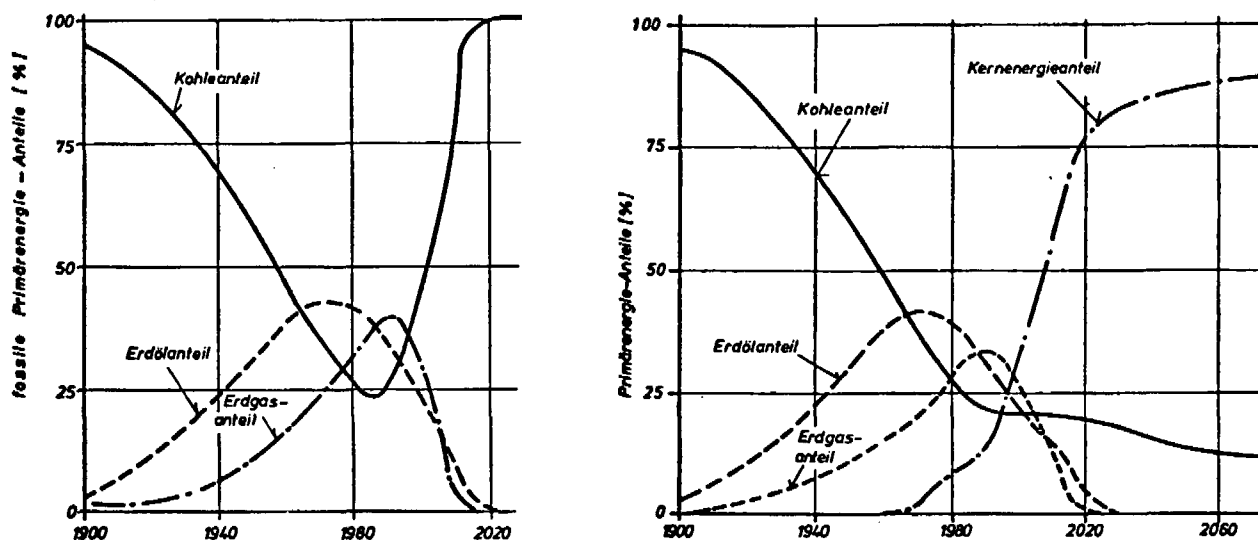


Abb. 12 : Projektion der relativen Zusammensetzung der Primärenergieträger ohne (links) und mit (rechts) Kernenergie, insbesondere im Hinblick auf Kohleveredlung mittels HTR-Prozeßwärme Voß 73

- Beck 73 Ballungsgebieten (schätzungsweise 42% der Bevölkerung), die wirtschaftlich durch Fernheizsysteme erschlossen werden könnten, sind bisher nur 6% angeschlossen. Die Heizsysteme einzelner Gebäudekomplexe, insbesondere von Kauf-, Büro- und Kultureinrichtungen mit jeweils kurzzeitiger Nutzung werden unter dem Stichwort Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung, Wärmedämmung etc. bei "rationeller Energienutzung" angesprochen.
87. Mitteltemperaturige Prozeßwärme ist Stand der Technik, insbesondere der chemischen und Papier-Industrie. Sie dürfte erhebliche Rationalisierungsreserven durch geschickte Kopplung von Prozessen auf geeigneten Temperaturniveaus enthalten.
88. Hochtemperaturige Wärme ist der Schlüssel zur Kohlevergasung und damit der SNG-Technik schlechthin (einschließlich Wasserspaltung). Zur Zeit kann mit Hilfe des Hochtemperaturreaktors Wärme auf einem Temperatur-Niveau um 800°, in Kürze vermutlich um 900° ... 950° durch Ausreizen des vorhandenen Potentials kostengünstig (d.h. für 8 ... 10 DM/Gcal) bereitgestellt werden. Demgegenüber hat die Verfahrenstechnik einen erheblichen Nachholbedarf. Die dort erreichten Reaktionsgeschwindigkeiten verschiedener Verfahren etwa der Kohlevergasung sind mittels geeigneter Katalysatoren jedoch steigerungsfähig. Vor der Inangriffnahme höherer Temperaturen als 900° C mit ihren nicht unbeachtlichen Materialproblemen sollte daher der erkennbare Bedarf in einer ausführlichen Kosten-Nutzen-Analyse quantifiziert und mit dem Aufwand hinsichtlich Zeitstandfestigkeit der Amaturen, Leitungen, Wärmetauscher usw. verglichen werden. (Da beim Wärmegenerator HTR in jedem Falle ein Zweikreisssystem mit Wärmetauscher zwischen primärem und sekundärem Kreislauf verwendet werden wird, ist die Handhabung der Prozeßwärme unabhängig vom Hochtemperaturreaktor (EF 4.05), also als nichtnukleares Problem, aufgeführt.)
- Anl. 4.5 Wärmespeicher zum Ausgleich von Leistungsspitzen oder Überbrückung von Bedarfs-pausen sind für alle Temperaturniveaus und Zeitskalen wichtige Förderungsgebiete auch der öffentlichen Hand; diese Arbeiten laufen jedoch erst an.
- Abb. 13
- EF 3.05 89. Aufgabenstellung und Probleme der Kohlenveredelung sind im Rahmenprogramm REF 74 Energieforschung der Bundesregierung vom Februar 1974 ausführlich dargestellt und bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung. Zum Potential der Kohle im Vergleich mit Erdöl und Erdgas siehe Abb. 12.
- Abb. 12 Tab. 2
- EF 3.06 90. Substitution der jetzigen Brennstoffe im Kfz- und Flugverkehr (~ 20% des Mineralölverbrauchs in der BRD) ist als Forschungsschwerpunkt bisher aus Abgasgründen (CO, NO_x, Blei) diskutiert worden, wobei hauptsächlich Methanol und Wasserstoff, sowie für Spezialanwendungen Elektroantrieb als Alternativen genannt werden. Der Hygroskopie und Giftigkeit des Methanols steht die schlechte Handhabbarkeit und geringe Dichte des Wasserstoffs gegenüber. Der Elektroantrieb dürfte an dem hohen Batteriegewicht scheitern. Hier sind intensive Forschungsanstrengungen erforderlich, die in Abstimmung mit Mineralöl-, Luftfahrt- und Kfz - Industrie durchgeführt werden sollten, zumal der Individualverkehr weder auf dem Lande noch in den Ballungszentren schnell durch Massenverkehrsmittel ersetzt werden wird, obwohl diese
- Tab. 9

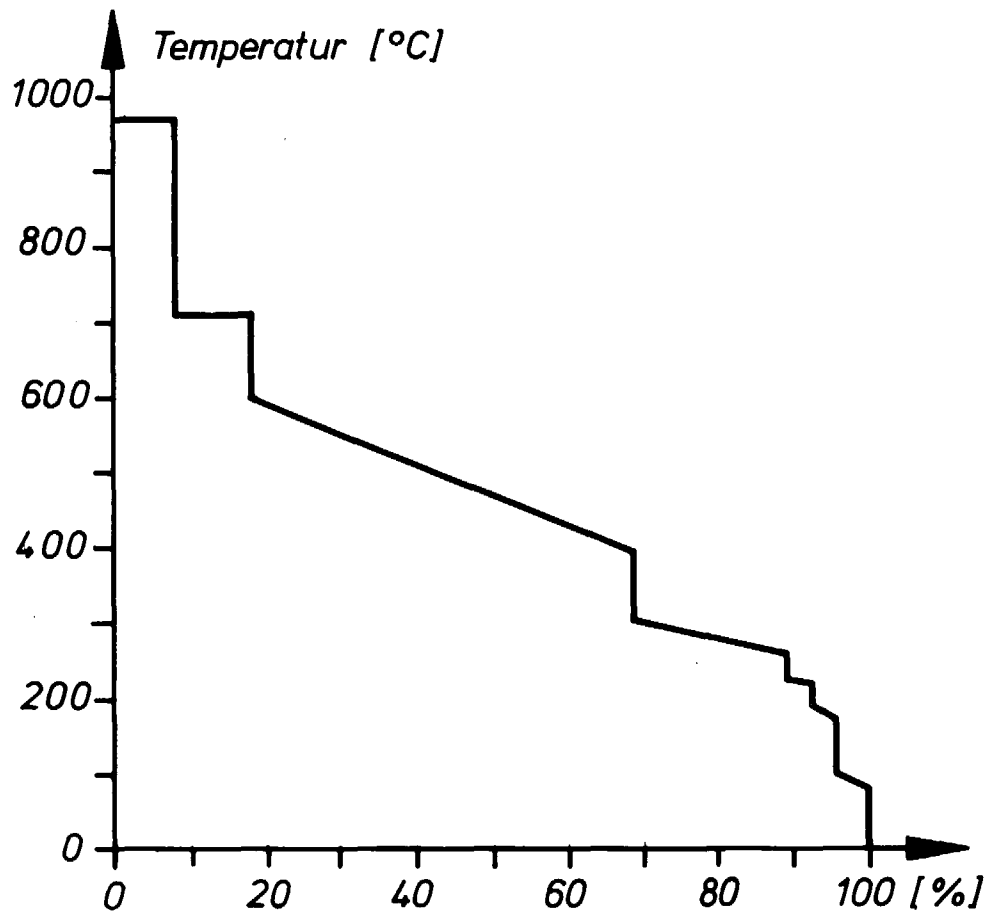


Abb. 13 : Wärmebedarf einer Prozeßanlage .
Der Gesamtbedarf ist für jede Anlage getrennt zu ermitteln

Energieträger	Energiedichte		Leistungs-	Wirkungs-
	Hu (kWh/l)	Hu(kWh/Kg)	dichte N (kW/Kg)	grad %
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Akkumulator	0.02...0.05	0.2...0.5	0.01...0.02	70
Brennstoffzelle			0.02...0.08	70
Wasserstoff gasf. flüssig	0.4 ...0.03 1	35		
Methanol	4.3	5.4		23
Flüssiggas	5.9	13.8		
Benzin	10	11		17

Tab. 9 : Ausgewählte Daten einiger diskutierter Kfz-Brennstoffe/Antriebe
(1 kW = 1,36 PS)

H_u = unterer Heizwert, d.h. Wärmeinhalt ohne Nutzung der im Wasserdampf enthaltenen latenten Wärme.

Für Vergleich mit anderen Brennstoffen siehe unten :

Energieträger	Einheit	Unterer	Stein-
		Heizwert in kcal	kohlen- einheit SKE (7000 kcal/kg)
Steinkohle	kg	7 000	1,00
Steinkohlenbriketts	kg	7 500	1,07
Steinkohlenkoks	kg	6 800	0,97
Steinkohlenschwefelkoks	kg	6 800	0,97
Kohlenschlamm	kg	2 333	0,333
Rohbraunkohle	kg	2 000	0,28
bis 1965			
ab 1966	kg	1 850	0,26
Staub- und Trockenkohle	kg	4 800	0,69
Braunkohlenbriketts	kg	4 800	0,69
Braunkohlenschwefelkoks	kg	4 800	0,69
Packkohle	kg	5 000	0,71
Hartraunkohle	kg	3 500	0,50
Brennstoff	kg	3 000	0,43
Brennholz'	kg	3 500	0,50
Kokereigas	Nm³	4 000	0,57
Stadtgas	Nm³	4 000	0,57
Grubengas (Methan)	Nm³	4 000	0,57
Gichtgas	Nm³	930	0,133
Erdgas	m³	7 700	1,10
Erdölgas	m³	10 400	1,49
Klärgas	m³	5 300	0,76
Raffineriegas	kg	11 200	1,60
Flüssiggas	kg	11 200	1,60
Erdöl (Rohöl)	kg	10 000	1,43
Benzin, Benzol	kg	10 400	1,49
Turbinenkraftstoff	kg	10 000	1,43
Gasöl, Dieselöl	kg	10 000	1,43
Petroleum	kg	10 000	1,43
Heizöl	kg	9 800	1,40
Petrolkoks	kg	7 000	1,00
Rohteer, Pech	kg	9 000	1,29
Wasserkraft beim Einsatz zur Stromerzeugung	kWh	2 800	0,40
Elektrische Energie	kWh	860	0,123

nur etwa $1/4 \dots 1/3$ an Energie und $1/14$ an Verkehrsfläche (DB), jeweils pro Personenkilometer, benötigen.

- EF 3.07 91. Brennstoffzellen als "kontinuierlich nachladende Batterien" und damit Direktwandler von chemischer in elektrische Energie ($\approx 70\%$ Wirkungsgrad) werden in zahlreichen Varianten (Normaldruck, Hochdruck, sauer, trocken usw.) entwickelt, ohne daß bisher ein Durchbruch zur Wirtschaftlichkeit gelungen wäre.
Im Falle ihres Erfolges können sie zu einer erheblichen Entlastung des Elektronetzes beitragen, indem nicht Elektrizität sondern Gas entsprechend billig über große Entfernungen geleitet und am Ort des Benutzers unter Verwendung der Abwärme in Elektrizität gewandelt wird.
Das Stromnetz könnte als frequenznormal oder höchstens als Spitzenlast mitlaufen und damit die Energieversorgung die hohe Versorgungselastizität chemischer Netze gewinnen.
In Analogie zur Batterie laufen Entwicklungen für die Brennstoffzelle im Kraftfahrzeug, die jedoch noch keine industrielle Reife erlangt haben.
- EF 3.08 92. Wasserstofftechnologie (Herstellung, Transport, Speicherung, Handhabung, Anwendung von H_2) hat aufgrund seines hohen molaren Heizwertes und seiner vielfältigen Verwendbarkeit als chemischer Grundstoff ein beachtliches Potential. Die zahlreichen Herstellungsprozesse, die von Physiko-Chemikern und Verfahrenstechnikern diskutiert werden, deuten für Wasserstoff auf einen (stark prozeßwärmeabhängigen) Preis zwischen 3 und 10 Pfg./Nm³ (≈ 90 g) hin.
- Fich 71
- Mar 71 93. Die breite Anwendung der Wasserstoff-Technologien setzt einen durch die heutige Kostenstruktur des Endenergieangebots noch nicht gegebenen Bedarf voraus. Die Weckung dieses Bedarfs ist - aufgrund der Ergebnisse der Innovationsforschung, wonach 75% aller Innovationen vom Bedarf (Markt), 25% vom technischen Druck ermöglicht werden - die Voraussetzung für privatwirtschaftliche Investitionen im Milliardenbereich, deren Risiko ferner durch öffentlich geförderte Entwicklung gemildert werden kann. Forschung und Entwicklung zielen daher auf
- See 72
- Weiterentwicklung der Erzeugungsverfahren mit Hilfe der HTR-Prozeßwärme unter Ausnutzung geeigneter Katalysatoren und Kreisprozesse, um Arbeitstemperaturen unterhalb $\sim 950^\circ C$ zu ermöglichen.
 - Klärung der sicherheits-, transport- und speichertechnischen Probleme für breiten Endgebrauch (Handhabbarkeit von H_2 , Absorption z.B. in Metallschwämmen und niederatomigen Hydriden, Tiefkühltechnik usw).
- Ein Großteil der FE-Aufwendungen dürfte auch der Flüssiggastechnologie und der übrigen SNG - Technik zugute kommen, also ein hohes "Assessment" aufweisen.
- EF 3.09 94. Im Hinblick auf hohe Wirkungsgrade bei der Ausnutzung des Carnot-Prozesses der Energieumwandlung werden möglichst große Temperaturdifferenzen, d.h. möglichst hohe Eintrittstemperaturen angestrebt.
Heißdampf- und überkritische Dampfturbinen (bis $650^\circ C$) stellen ebenso ein Material-

problem dar, wie die für Helium-Direktkreislauf (HHT) vorgesehenen Gasturbinen. Sie werden daher unabhängig vom zugehörigen Wärmeerzeuger aufgeführt.

Zu Teilziel 4 "Langfristige Sicherstellung notwendiger Primärenergiequellen"

95. Voraussetzung für die Beschreibung der "notwendigen" Primärenergiequellen ist die Verständigung über Ergebnisse der systemanalytischen Arbeiten zur Nutzung erschließbarer Primärenergiequellen. Dennoch sind - durch die Mineralölsituation ausgelöst - die Erschließung heimischer Mineralöl- und Kohlequellen unmittelbar in Angriff zu nehmende Aktivitäten.

- EF 4.01 96. Die verstärkte Suche nach tiefliegenden fossilen Quellen (Erdöl, Erdgas) durch Tiefbohrung sowie Methodenentwicklung zur verstärkten Entölung von bereits weitgehend ausgebeuteten Feldern (insbesondere in Niedersachsen und Schleswig-Holstein) gehört daher ebenso zu den notwendigen Quellenerschließungen wie die verstärkte Erschließung und Ausbeutung heimischer Kohleflöze und des Potentials der Kernenergie.
- EF 4.02 97. Die aus langfristigen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen resultierende Notwendigkeit zur Verbesserung der Sicherheits-, Abbau- und Vorreinigungstechniken setzt erhebliche Mittel für die bergbautechnische Innovation voraus. Diese Mittel können bei der bekannten Wirtschaftslage im Braun- und vor allem Steinkohlenbergbau nicht von dort aufgebracht werden. Sie sollten zum Ersatz der bisher gezahlten ("zweckfreien") Unterstützung wie oben zweckgebunden und gezielt eingesetzt werden. Inhaltlich kommen u.a. die arbeitskraftsparenden Techniken der automatisierten Prozesssteuerung sowie der fortschrittlichen Verfahrenstechnik infrage.
- EF 4.03
AtP 73 98. Zielsetzungen und Maßnahmen der kerntechnischen Entwicklung sind in dem im Dezember 1973 verabschiedeten 4. Atomprogramm der Bundesregierung dargelegt. Danach sind wassergekühlte Reaktoren zwar Stand der Technik, erfordern aber zur Erfüllung der komplexer werdenden Sicherheitsanforderungen fortgesetzte Weiterentwicklung.
- EF 4.04 99. Gasgekühlte thermische Reaktoren, insbesondere Hochtemperaturreaktoren stehen weltweit unmittelbar vor dem Durchbruch zur Wirtschaftlichkeit. Neben dem im Bau befindlichen THTR - 300 - Demonstrationskraftwerk mit kugelförmigem Brennelement in der BRD nimmt der mit blockförmigen Elementen ausgestattete Fort St. Vraire Reaktor in diesen Wochen seinen Betrieb auf. Für etwa ein halbes Dutzend Leistungsreaktoren dieses Typs im 1100 MW_{e1}-Bereich liegen Bestellungen oder Optionen vor.

Schwerpunkte der öffentlich geförderten Forschung sollten auf der Schließung des Brennstoffkreislaufes analog der Leichtwasser-Linie, der Erschließung des aus metallurgischen Gründen noch nutzbaren Temperaturbereichs bis 950° Austrittstemperaturen und eines speziellen Sicherheitsprogramms liegen.

100. Prozeßwärmeerzeugung, Stromerzeugung und Nutzung des unteren Temperaturbereichs ($T \lesssim 250^{\circ}\text{C}$) für Prozeßwärme oder/und Fernwärme sind kein nukleares Problem, zumal außer bei der HHT-Turbine (EF 3.09) stets etwa gleichartige Zweikreisanlagen als Grundtyp notwendig sein werden. Dies dürfte auch für den "Kalten HTR" gelten.

EF 4.05 101. Die Entwicklung des schnellen Brutreaktors (SBR) mit Flüssigmetallkühlung hat weltweit das Prototyp- bzw. Demonstrationsstadium mit Anlagen um 300 MWel erreicht. 1000 MWel-Anlagen sind in der Planung. Kommerzieller Einsatz wird zwischen 1990 und 2000 erwartet. Der hohe Abbrand ($\sim 90000 \text{ MWd/to}$) und die geringe Abhängigkeit des Strompreises vom Uranpreis ($\sim 1/1000$) führte zu dem Ausdruck "burning the rocks". Der breite Einsatz des SBR soll zur Versorgungsunabhängigkeit für Kernbrennstoffe wesentlich beitragen. Sicherheitsforschung, Komponentenentwicklung, Brennelemententwicklung sind die Schwerpunkte des F & E -Programms.

Abb. 2

EF 4.06 102. Auch die Aspekte EF 4.06 (nukleare Schiffsantriebe) bis EF 4.12 (Spaltstoff-Flußkontrolle) sind im 4. Atomprogramm ausführlich dargelegt. Die Chancen einer befriedigenden Lösung der hier aufgeführten Teilaufgaben werden allgemein positiv beurteilt.

EF 4.12

EF 4.10 103. Die Schließung des nuklearen Brennstoffkreislaufes (einschließlich Waste-Beseitigung) scheint nach heutigem Kenntnisstand das eigentliche Problem der Kernenergienutzung zu sein : Ist nämlich

- durch die Entwicklung des schnellen Brutreaktors die Streckung der natürlichen Uran-Vorkommen um Größenordnungen erreicht,
- durch die technologische Beherrschung einer energetisch vertretbaren Anreicherung des Urans der rationelle Einsatz von Leistungsreaktoren (LWR und insbesondere HTR) ermöglicht,
- die Sicherheitsforschung soweit gediehen, daß die bestehenden Rest-Risiken einer laufenden Anlage quantitativ nachweisbar und weit unterhalb aller übrigen Gefahrenrisiken des Alltags liegen,

so steckt die Wiederaufbereitung und endgültige Beseitigung des radioaktiven Mülls noch in den Anfängen.

104. Neben Endlagerung in Salzbergwerken, Tiefseeegräben o.ä., wo entweder Kapazitätsgrenzen oder/und Transportrisiken absehbar sind, dürfte das physikalisch anzustrebende Idealziel darin liegen, die langlebigen Isotope von Sr, Cs, Nb, usw. in kurzlebige umzuwandeln, die dann ein lösbares chemisches, aber kein radiologisches Problem darstellen. Dieses Ziel dürfte erhebliche Phantasie und noch mehr Mittel verschlingen, seine Lösung aber die Voraussetzung für die breite Annehmbarkeit der Kernenergie sein, zumal offene Probleme einer noch kaum abschätzbaren Größenordnung nicht das kleinere Übel im Vergleich zu eventuellen Versorgungsengpässen sein können.

105. In diesem Zusammenhang sind die sog. nuclear parks zu bedenken, die zur Umgehung von

zahlreichen Transporten hochradioaktiver Materialien und damit verbundenen

Ansatzpunkten erpresserischer Eingriffe und

Verminderung der Standortprobleme

eine Reihe von Vorzügen aufweisen. Sie werden z.Z. rege diskutiert, zumal Sicherheit, Standortvorsorge und Umweltschutz nicht trennbar sind und eine baldige Entscheidung über die weitere Entwicklung des Kernreaktorausbaus erfordern.

106. Neben dieser legitimen Annehmbarkeitsforderung der Öffentlichkeit ist in Strategierechnungen die optimale Nutzung der Brennstoffreserven (Uran und Thorium), größtmögliche Entlastung der Umwelt, insbesondere des Wasserhaushaltes (Wirkungsgrade, Art der Kühlung) modellhaft zu entwickeln.

Ein beachtlicher Vorteil scheint sich aufgrund erster Rechnungen aus Wirkungsgrad- und Versorgungsgründen für die langfristig anzustrebende Kombination SBR/HTR etwa im Leistungsverhältnis 1 : 1,5 ... 3 (ohne Prozeßwärme 1 : 1,5) zu ergeben.

Hae 72

Zu Teilziel 5 "Anwendungsorientierte Grundlagenforschung für potentielle back-up Lösungen

107. Die oben diskutierten Quellen haben eine hohe Chance zur vollständigen Deckung des erkennbaren Energiebedarfs unter Erhaltung der Umwelt. Ihre Entwicklung in dem bisherigen Umfang ist der Ausdruck für die Vorwegnahme dieses Urteils. Über Höhe und Zusammensetzung des Endenergiebedarfs nach dem Jahr 2000 lassen sich jedoch kaum konkrete Angaben machen. Exponentielles Wachstum des Bedarfs pro Kopf muß nach dem Vorbild der USA, Schwedens oder Kanadas vermutlich weiterhin vorausgesetzt werden. Insbesondere über die Zuwachsraten der Bevölkerung können jedoch keine fundierte Aussagen gemacht werden.

108. Sowohl im Hinblick auf unerwartete Rückschläge bei der skizzierten Entwicklung als auch aufgrund einer teils technisch begründeten, teils schwärmerischen Erwartung für die Erschließung der Sonnenenergie als unsere natürliche Energiequelle seien diese Nutzungsmöglichkeiten kurz andiskutiert. Sie bestehen aus :

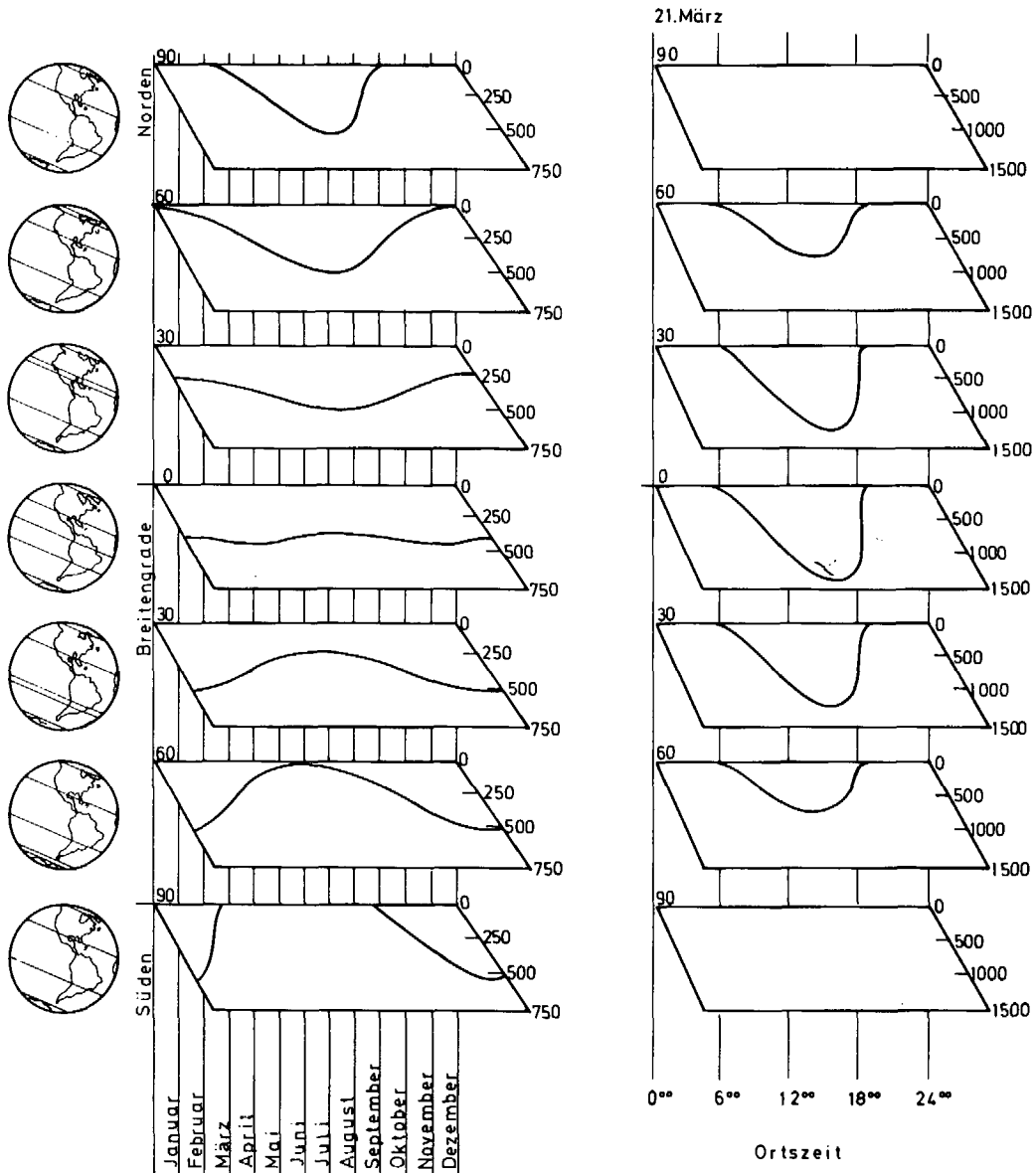


Abb. 14 : Auf die Erdatmosphäre auftreffende Sonnenstrahlung

Jahreszeitliche und tageszeitliche Schwankungen
der täglichen Durchschnittswerte (W/m^2)

nach : Voß 73

- Nutzung des Wandlungsprozesses der Photosynthese (EF 5.01)
- Nutzung der sekundären Effekte der Sonneneinstrahlung wie Wasser- und Windkraft (EF 5.02)
- großtechnische Absorption und Wandlung der Sonneneinstrahlung am Boden oder mittels Mikrowellenwandler im Weltraum (EF 5.03)
- Nutzung der freiwerdenden Wärme des Fusionsprozesses leichter Kerne zu Helium (EF 5.04).

Weitere Quellen wie die Kohlevergasung direkt im Flöz sowie die Erschließung der Geothermie (EF 5.05) werden neuerdings diskutiert.

Das Reserve-Aktivitätsfeld EF 5.06 berücksichtige alle weiteren denkbaren Möglichkeiten, obwohl sich außer Magneto-hydrodynamischer Wandlung (MHD) keine potentiellen großtechnischen Energiewandler anzudeuten scheinen.

EF 5.01 109. Photosynthese hat einen Wirkungsgrad um 0.1% , jedoch im Verband mit geeigneten geologischen Entwicklungen zum Aufbau der gewaltigen fossilen Energievorräte geführt, die die industrielle Entwicklung ermöglicht haben. Es gibt Andeutungen dafür, daß sowohl Algen zur biotechnischen Wasserspaltung als auch Getreide- und Zuckerrohrarten, die anschließend verbrannt werden, gezielt in Richtung auf wirtschaftliche Energiewandlung gezüchtet werden können. Das weite Feld der Biotechnik einschließlich Einsatz synthetischen Chlorophylls ist bis jetzt nicht annähernd abgesteckt und dürfte steigende Beachtung und Förderung verdienen.

EF 5.02 110. Die Nutzung der Windenergie ist verständlicherweise auf Orte hoher mittlerer Windintensität beschränkt. Für die BRD sind dies die Insel Sylt oder ausgewählte Hochlagen. Mit zwei Versuchsanlagen bestehen mehrjährige Erfahrungen in Bezug auf Zuverlässigkeit des Betriebes und vollkommen automatische Einspeisungen ins öffentliche Stromnetz. Generell sind Windräder o.ä. nicht zur selbständigen Energieversorgung ganzer Gebiete geeignet, sondern konkurrieren qua Leistung mit Notstromaggregaten von 40, maximal 100 PS; qua Kosten sind nach den vorliegenden Erfahrungen wirtschaftlich vertretbare Daten dadurch denkbar, daß praktisch kaum laufende Kosten auftreten. Ein Maximalwert des Potentials der Windenergie im Gebiet der BRD wird mit 10 kWh/a eingeschätzt.

111. Für Wasserkraft deutet sich in der BRD kein nennenswertes zusätzliches Potential an. Gezeitenkraftwerke kommen wegen des geringen Tidenhubs zwar an der Atlantikküste (~ 10 europäische Stationen), jedoch nicht an der deutschen Küste in Frage.

112. Erwähnt werde ferner die ökologisch äußerst bedenkliche, wirtschaftlich eventuell interessante Variation der Gletscherkraftwerke, die von einer Schweizer Forschergruppe speziell für den Einsatz in Grönland zur Belieferung der amerikanischen Ostküste und Westeuropas mit Strom (Transportproblem) vorgeschlagen werden.

Anl. 4.6

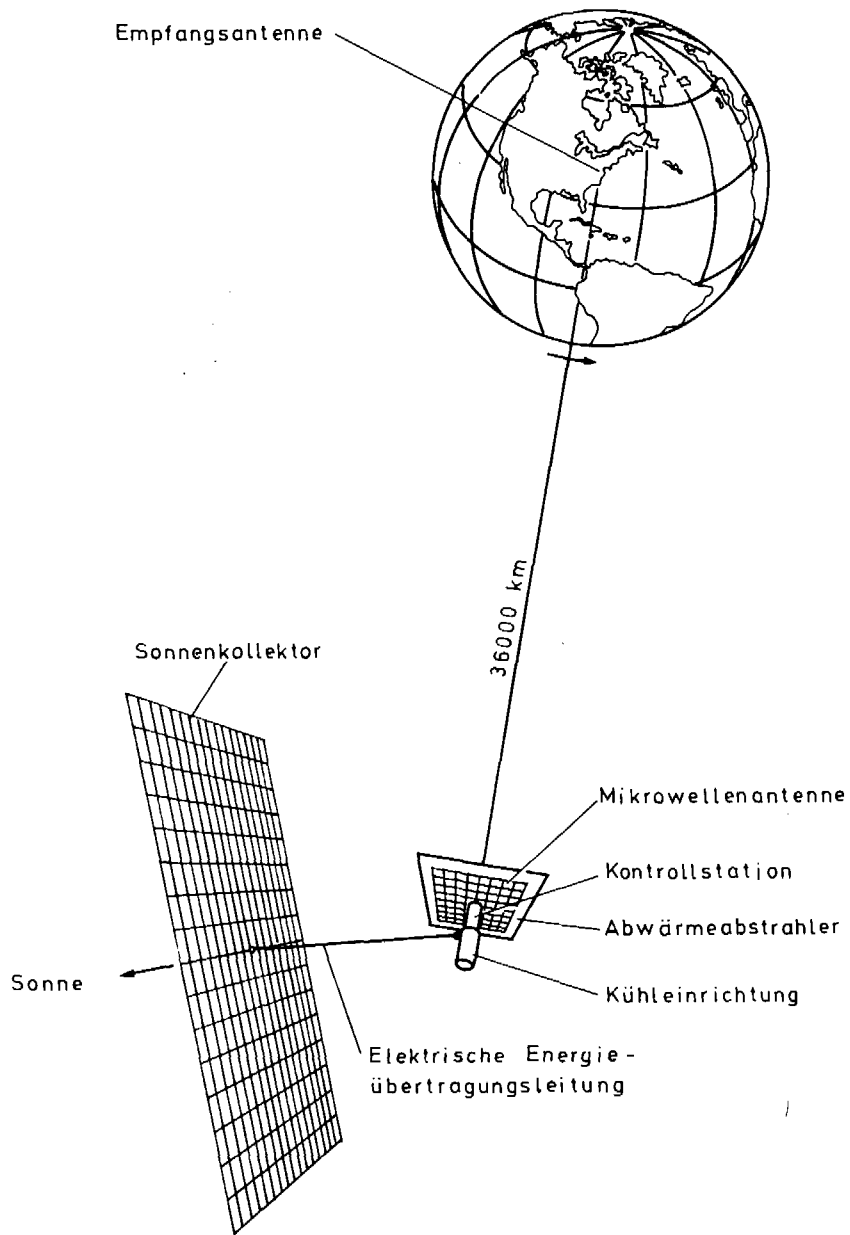


Abb. 15 : Prinzip extraterrestrischer Sonnenenergienutzung

113. Eine weitere Variante der Sonnenenergienutzung sind "aquathermische" Wandlungsstationen, die den Temperaturunterschied von Meeresströmungen oder -Schichtungen auszunutzen gestatten, der insbesondere im freien Äquatorialen Ozean etwa $10^{\circ}\text{C}/20\text{ m}$ Tiefe (Sprungschicht) ausmacht.

Man unterscheidet zwischen Küstenstationen (vermutlich für Steilküsten) und Schwebekörpern, die als integriertes Kraftwerk mit Produktion von Wasserstoff (der abfüllbar gespeichert oder per Schwimmleitung abtransportiert wird) geeignet verankert werden.

- EF 5.03 114. Großtechnische Sonnenenergienutzung bedeutet Anwendung in der Größenordnung Q/a , nicht die mehr individuelle Nutzung mit Hilfe von Wärmepumpen usw.
- Anl. 4.7 Fürsprecher und Skeptiker einer großtechnischen Sonnenenergienutzung sind ähnlich der Diskussion über die Aussichten der Fusionstechnologie gespalten. In der Tat stellt eine mittlere Leistung der Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche in der Größenordnung $0(10^{17})$ Watt entsprechend etwa $3500 Q/a$ eine verlockende Quelle dar (+).
- Boh 73 Mit Strahlungsdichten von 160 Watt/m^2 im globalen Mittel, etwa 100 Watt/m^2 in den industrialisierten Ländern der Nordhalbkugel mit gemäßigttem Klima stellt sich jedoch ein Problem ähnlich der Gewinnung jener $4 \cdot 10^7$ to Uran, die im Weltmeer von etwa 10^8 m^3 verteilt und im Prinzip jedermann zugänglich sind.

Folgende Aspekte sollten bei der Diskussion beachtet werden :

115. Die technisch-wirtschaftliche Realisierbarkeit sowohl der terrestrischen als auch der Satellitenlösung scheint fraglich :

- Abb. 14 Bei der terrestrischen Lösung stehen in wolkenarmen, d.h. Wüstengebieten Gärten² von speziell zu entwickelnden Absorbern, die für 1 GW_{el} (über 8 h/d) etwa 30 km^2 Umfang haben und stets saubergehalten werden müssen.

Auch auf dem Meere schwimmende Lösungen werden vorgeschlagen.

- Abb. 15 Die Satellitenlösung geht zur Umgehung der Wolken und der tausende km langen Versorgungsleitungen zu den industriellen Ballungsgebieten von geostationären Satelliten aus, die gerichtete Mikrowellen zu Bodenstationen senden. Die auf der Orbitalbahn vorhandene solare Strahlungsleistung von 1300 Watt/m^2 und über 23 h/d führt zu erheblich kleineren Auffangflächen.

- Abb. 16 Die Installationskosten werden je nach Annahmen auf Werte zwischen $10.000 \dots 200.000\text{ DM/kW}$ geschätzt. Globalschätzungen geben sogar zu der Vermutung Anlaß, das Herstellung und Inbetriebnahme einer Raumstation mehr Energie verschlingen, als diese je auffangen kann.

(+) Die weltweite stündliche Sonneneinstrahlung am Erdboden entspricht etwa der globalen anthropogenen Wärmefreisetzung im Laufe eines Jahres, ist also rd. 10000 mal so groß. Im Stadtgebiet von München beträgt dieser Faktor nur noch 7.

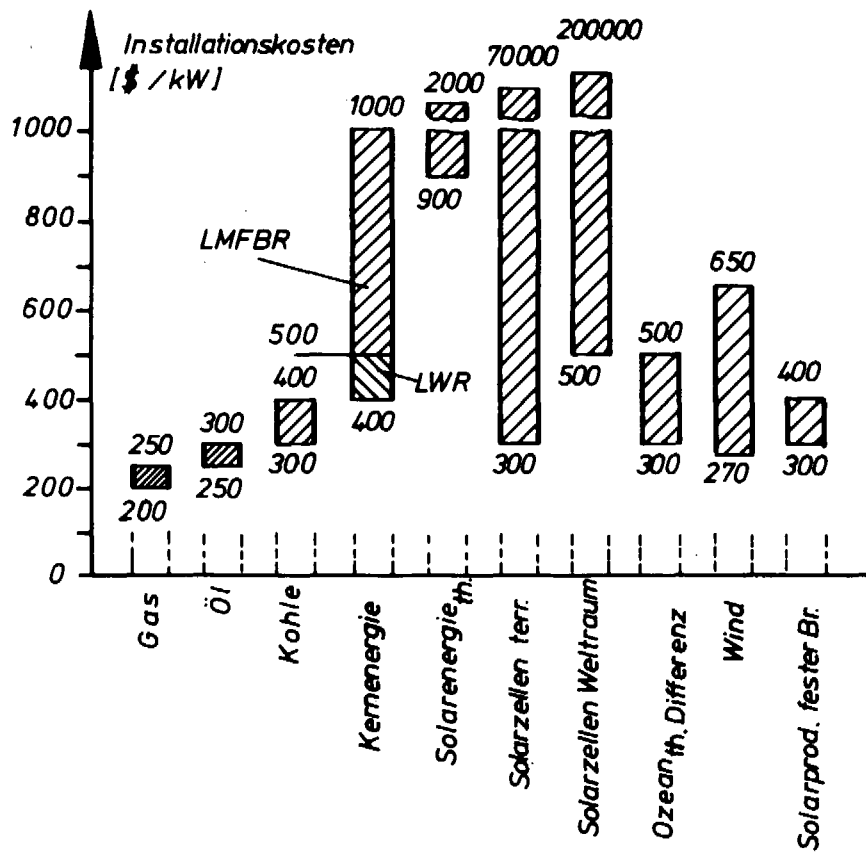


Abb. 16 : Vergleich der teilweise geschätzten Installationskosten für Kraftwerke aller Art

116. Ökologische Aspekte beider Lösungskonzepte :

Liegen Ort der großflächigen Strahlungsabsorption und des Endverbrauchs weit voneinander, so bedeutet dies eine für jede Energienutzung übliche Unsymmetrie und damit einen Eingriff ins natürliche Gleichgewicht.

Es sei jedoch betont, daß bei Absorptionswirkungsgraden von 10 ... 30% keine Gefahr für sog. cold spots besteht sondern eher Effekte in der Größenordnung von Bewuchsunterschieden auftreten dürften.

Die Satellitenlösung bedingt Mikrowellenstrahlungsdichten im Bereich der irdischen Empfangsstationen der Nordhalbkugel, die lokal die höchsten Einstrahlungswerte aller Ballungsgebiete um den Faktor 5 ... 10 übersteigen, aber unter den zulässigen Bestrahlungsdichten für Mikrowellensender liegen müssen. Die Einflüsse auf Pflanzenwuchs, Besiedlung, Wasserverdampfung, atmosphärische Prozesse, durchfliegende Flugzeuge etc. sind noch zu klären.

117. Anwendbarkeit und Stärke des Analogieschlusses, wonach viele der heutigen Leistungen auf Technologien basieren, die vor 25 Jahren kaum geahnt wurden :

Die hier genannten Probleme sind nach mehr als 10jährigem Mondprogramm und Abschätzbarkeit von Massenfertigungskosten im Vergleich zu denen des Prototyps relativ überschaubar und keineswegs so neuartig.

Abb. 17 118. Notwendigkeit zum Übergang auf regenerierbare im Gegensatz zu abbaubaren Energiequellen (insbesondere im Hinblick auf den nichtenergetischen Verbrauch) :

Bei pragmatischer Einschätzung des Potentials der Kernenergie scheint diese Notwendigkeit global noch nicht gegeben, muß aber langfristig ins Auge gefaßt werden, zumal der nichtenergetische Bedarf (für chemische, später Nahrungsmittel- und pharmazeutische Industrie) erheblich wächst. Insbesondere im Rahmen technologischer Entwicklungshilfe dürften sich interessante Kooperationsmöglichkeiten mit klimatisch/orographisch geeigneten Entwicklungsländern ergeben, um Energiewandler zur Sonnenenergienutzung praktisch zu erproben.

EF 5.04 119. Der Fusionsreaktor ist ein Vorgriff, wobei z.B. weder dessen physikalische Erfüllbarkeit nachgewiesen noch seine Wünschbarkeit als unversiegbare und im höchsten Maße umweltfreundliche Energiequelle entschieden ist.

An den folgenden Argumenten scheiden sich die Geister :

120. Zum positiven (Vor-)Urteil trägt bei, daß die Rohstoffe Deuterium (aus dem Meer) und Lithium (aus zahlreichen, z.Z. billig gewonnenen Erzen) praktisch in unbeschränkter Menge vorliegen (Angaben schwanken zwischen einigen 100 und einigen 1000 Q) und die politisch-geographische Quellverteilung des Lithiums kein Problem darstellen werde. Hinzu kommt die inhärente Sicherheit des Systems gegen Leistungsexkursionen.

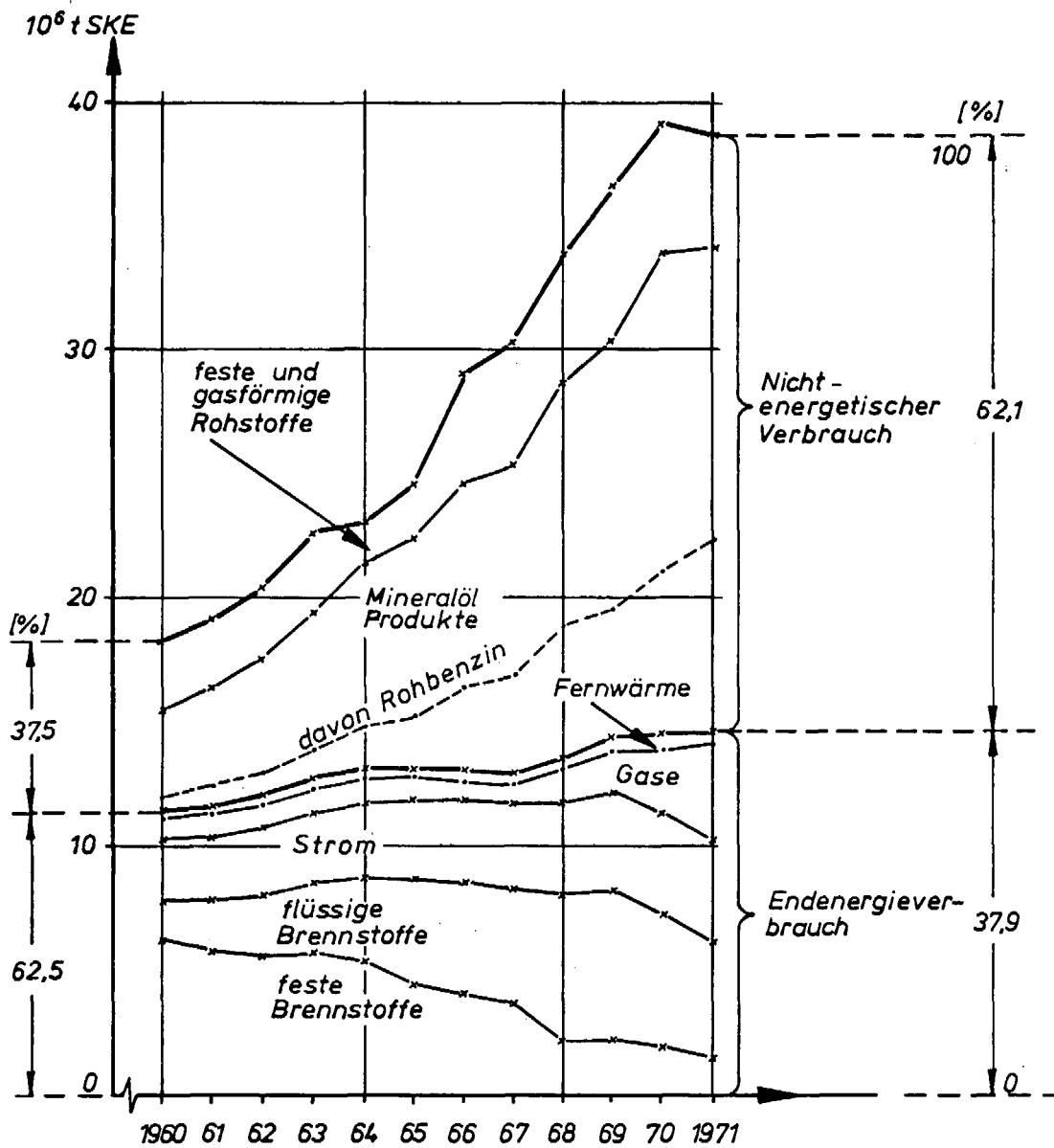


Abb. 17 : Der Rohstoff- und Endenergieverbrauch der Chemischen Industrie der BRD.

Bei der Chemischen Industrie als Hautabnehmer von Energieträgern für nichtenergetischen Einsatz hat sich die relative Verteilung zwischen energetischem und nichtenergetischem Verbrauch binnen 10 Jahren genau umgekehrt
nach : Swa 74

Anl. 4.7 121. Der positiven Beurteilung steht nach heutiger Kenntnis gegenüber, daß weder der notwendige Entwicklungsaufwand – sofern die prinzipielle Möglichkeit der gesteuerten Fusionsreaktion nachgewiesen wird – als marktgerecht abschätzbar ist, noch das Problem radioaktiver Nebenprodukte (insbesondere Tritium, das in schwellenden heißen Materialien kaum vor Diffusion bewahrt werden kann) und Endprodukte (insbesondere Strukturmaterial) als geringer im Vergleich zum Spaltungsreaktor beurteilt wird.

122. Seitens der Betriebswirtschaft sowie der Standortwahl wird ein weiteres Argument ins Feld geführt : Sollten sich die bisherigen Wirtschaftlichkeitsrechnungen weiterhin hartnäckig auf Blockgrößen von mehr als 5 GW_{e1} halten, so erhebt sich die Frage nach

- den Versorgungsgebieten, die solche Zuwachsraten (Schrittgrößen) aufnehmen können (sie müßten also bereits etwa 500 GW haben) sowie
- den Bevölkerungsgebieten, die ein solches Superkraftwerk, vermutlich bereits im Sinne eines "nuklearen Parks", mit überregionalem Nutzen auf "ihrem" Gelände dulden wollen.

Das meteorologische und ökologische Problem der Abwärme dürfte im Vergleich dazu gering sein.

EF 5.05 123. Die Ausnutzung der natürlichen Erdwärme kann in bestimmten Regionen mit geeigneter geothermischer Tiefenstufe, also großem Temperaturgradient in Richtung Erdinneres, hoher Wärmeleitfähigkeit des Gesteins oder gezügelter vulkanischer Tätigkeit (also Gas- oder Heißwasserausbrüchen) lokale oder regionale Bedeutung haben. Die BRD verfügt nach heutiger geologischer Kenntnis, die in einer Studie noch vertieft wird, über keine derartigen Regionen. Als Auswirkung der vorgesehenen Tiefbohrtechnik könnten jedoch auch hier Anwendungsfelder erschlossen werden.

Tab. 10

124. Projektstudien zur direkten Kohlevergasung in tiefen Flözen unter Ausnutzung der Erdwärme werden in den USA mit großem Interesse verfolgt. Diese Studien sind jedoch noch sehr weit von einer wirtschaftlich und sicherheitstechnisch realisierbaren Form entfernt.

EF 5.06 125. ... stellt ein Reserve-Aktivitätsfeld dar für MHD (als eine ehemals hoffnungsvolle Variante des Spitzenlastkraftwerkes), die back-up Lösungen der Brüterentwicklung und mögliche weitere, heute noch bedeutungslose Möglichkeiten. Ob es allerdings solche Lösungen – gemessen an dem Potential Q – geben wird, bleibt fraglich.

Million kWh										Millions de kWh
Country	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	* 1971	Pays
NUCLEAR — NUCLEAIRE										
WORLD ⁴⁴	10 600	15 000	24 200	34 600	41 900	52 200	61 600	76 600	103 900	MONDE ⁴⁴
Belgium.....	47	50	—	5	94	60	22	57	...	Belgique
Canada ¹¹	87	141	120	161	143	858	494	969	3 988	Canada ¹¹
France ¹¹	419	580	897	1 395	2 560	3 159	4 465	5 147	8 743	France ¹¹
German Dem. Rep. ^{11, 20}	—	—	—	96	326	392	425	464	404	Rép. dém. allemande ^{11, 20}
Germany, Fed. Rep.....	56	104	117	265	1 225	1 767	4 937	6 030	5 812	Allemagne, Rép. féd.
India ¹⁸	—	—	—	—	—	—	1 330	2 417	...	Inde ¹⁸
Italy.....	323	2 402	3 510	3 863	3 152	2 576	1 679	3 176	3 365	Italie
Japan ¹⁸	3	2	36	584	629	1 044	1 082	4 581	8 010	Japon ¹⁸
Netherlands.....	—	—	—	—	—	27	315	368	405	Pays-Bas
Pakistan.....	—	—	—	—	—	—	—	—	...	Pakistan
Puerto Rico.....	—	—	—	12	38	...	—	—	—	Porto Rico
Spain.....	—	—	—	—	—	83	829	923	...	Espagne
Sweden.....	—	4	18	36	50	23	61	56	90	Suède
Switzerland ⁴¹	—	—	—	—	—	523	...	...	...	Suisse ⁴¹
USSR.....	...	...	...	³⁰ 1 647	³⁰ 1 800	³⁰ 2 500	...	...	...	URSS
United Kingdom.....	6 470	8 346	15 836	21 009	24 230	27 196	28 582	25 428	26 937	Royaume-Uni
United States.....	3 212	3 343	3 657	5 521	7 655	12 528	13 928	21 797	37 899	Etats-Unis
GEOHERMAL — GEOTHERMIQUE										
Iceland.....	—	—	—	—	—	—	2	12	12	Islande
Italy.....	2 427	2 527	2 576	2 633	2 610	2 694	2 765	2 725	2 664	Italie
Japan ¹⁸	—	—	—	—	132	192	222	243	236	Japon ¹⁸
Mexico.....	—	—	—	—	—	—	—	1	1	Mexique
New Zealand ¹⁸	1 004	1 194	1 255	1 263	1 058	1 206	1 243	1 185	1 174	Nouvelle-Zélande ¹⁸
United States ¹¹	168	204	189	189	316	436	615	525	548	Etats-Unis ¹¹

Tab. 10 : Geothermie hat bisher auch lokal keine nennenswerte Rolle gespielt. Zum Vergleich : Kernenergie war im Jahre 1971 mit etwa 0,1% an der weltweiten Energieversorgung beteiligt. aus : UN 72

2.4 Übersicht über die Verteilung öffentlicher Mittel für Energieforschung (Allokation)

126. Die folgende Übersicht ist ein erster Ansatz zur Darstellung des Mitteleinsatzes der öffentlichen Hand speziell für die Querschnittsaufgabe Energieforschung.

Sie ist gegliedert in die Abschnitte

- Definition und Abgrenzung
- Ermittlung bei Zuwendungsgebern
- Ermittlung bei wichtigen Zuwendungsempfängern sowie F & E - Organisationen
- Zeitliche Gliederung der Mittelaufteilung
- Stellung des BMFT als Haupt-Zuwendungsgeber
- Erläuterungen zur Finanzübersicht.

127. "Öffentliche Mittel für Energieforschung" umfaßt Aufwendungen der öffentlichen Hand - in diesem Falle der jeweiligen Bundes- und Landesministerien -, die für diesbezügliche Forschungs- und Entwicklungsaufgaben vergeben oder im Haushaltsvoranschlag bereitgestellt werden.

Diese Vergabe von Zuwendungen erfolgt im wesentlichen für

- geförderte Einzelprojekte oder
- institutionelle Förderung.

Angestrebt wurde sowohl ein (beispielhafter) Überblick über Einzelprojekte als auch über die aufgewandten Mittel.

128. Im begrenzten Zeitrahmen dieser Studie konnte beides naturgemäß nur ansatzweise geleistet werden, insbesondere da Energieforschung noch kein allgemein, d.h. auch haushaltstechnisch eingeführtes Ordnungskriterium ist und das zugehörige inhaltliche Raster selbst erst im Laufe der Studie entwickelt werden mußte.

129. Aus Vollständigkeitsgründen wurden alle 16 Bundesministerien und - über ihre Vertretung beim Bund - alle 11 Landesregierungen mit inhaltlich gleichlautenden Schreiben des BMFT (+) um Angaben über die von ihnen aufgewandten Mittel für "Energieforschung ... und angrenzende Bereiche" gebeten.

Etwa vier Wochen später wurde ein Mahnschreiben (++) an diejenigen Bundesministerien nachgesandt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit diesbezügliche Förderungen durchführen.

(+) AZ 212 - 3044 - 22/73 und 212 - 3044 - 22/73^{II} vom 7. Okt. bzw. 9. Nov. 73

(++) AZ 316 - 3044 - 22/73^{II} vom 15. Dez. 1973

130. Die Antwortquote bis zum Redaktionsschluß Ende Januar 1974 war mit 21 Bundes- oder Landesministerien unerwartet hoch und dürfte alle wichtigen Förderstellen enthalten.

Naturgemäß war die Aufschlüsselung der Angaben unterschiedlich differenziert und damit Anlaß für telefonische oder persönliche Nachfaßaktionen.

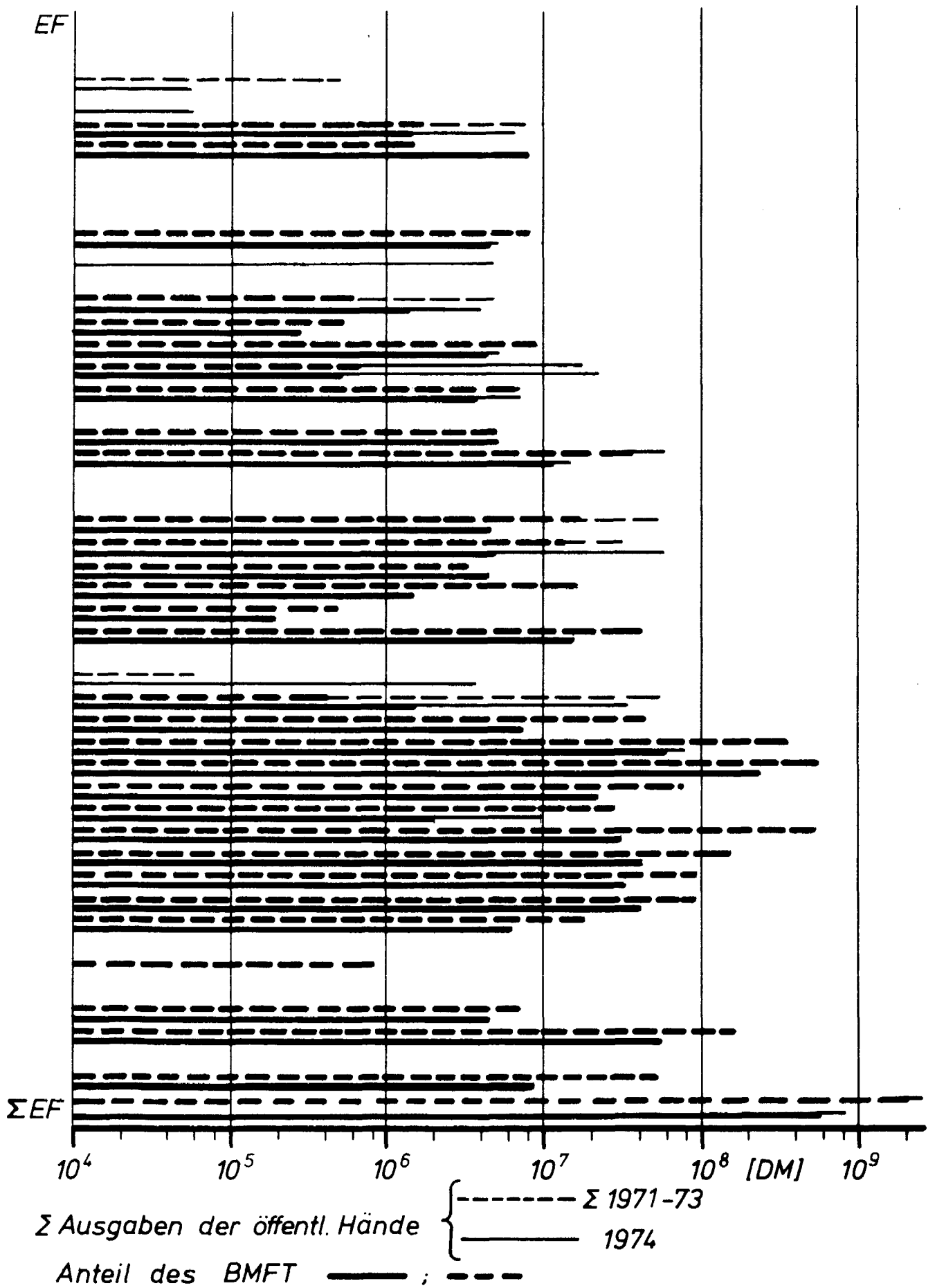
131. Bei BMI und BMRSB wurde ein Großteil der Datenblätter für Förderungsmaßnahmen vom Verfasser analysiert und eine erste Auswahl daraus getroffen. Vertreter einiger Landesressorts haben mit großer Geduld und Sorgfalt die gewünschten Daten zusammengetragen.

Die Angaben des BMFT sind dem Förderkatalog, Stand 31. Dez. 1973 entnommen und durch Zuordnung von Förderkennzeichen zu den Aktivitätsbündeln des Energieforschungssystem, das als zweites Klassifikationsmerkmal eingespeichert wurde, ausgedruckt worden. Hierbei bestand relativ große Übereinstimmung zwischen bisheriger Klassifikation und dem hier beschriebenen Energieforschungssystem im Bereich der Kerntechnik, so daß ganze Speicherblöcke übernommen werden konnten. Daten der 1974 anlaufenden Vorhaben sind darin nicht enthalten.

132. Da institutionelle Förderung, die über

Forschungsorganisationen (wie DFG, MPG, AIF, FhG, o.ä.) verteilt oder Forschungseinrichtungen (wie KFA, KFZ, o.ä.) gewährt wird, die hinsichtlich Arbeitsgebiet diversifiziert sind, keine hinreichende Zuordnung zur Energieforschung zuläßt, mußten diese Mittel weiter aufgeschlüsselt werden :

- Bei der DFG und GfW wurden in persönlichen oder Telefongesprächen mit den zuständigen Koordinatoren oder Haushaltsfachleuten die Aufwendungen für geeignete Schwerpunktprogramme oder Sonderforschungsbereiche erfaßt.
- Innerhalb der MPG schien nur das IPP Garching (Fusionstechnologie) in den hier abgesteckten Rahmen anwendungsnaher Forschung und Entwicklung zu passen, so daß insbesondere die zahlreichen, energierelevanten Festkörperentwicklungen unberücksichtigt blieben. Diese Willkür in der Abgrenzung zur Grundlagenforschung kann dem Verfasser auch bei der Auswahl von Förderungsvorhaben der Bundesanstalten oder der übrigen Ressorts angelastet werden, stellt aber ein bisher weitgehend ungelöstes Problem dar.



Energieforschung

- 1.01 Systemanalyse der Energienutzung
- 1.02 Rationelle Energienutzung in Haushalt und Gewerbe
- 1.03 Sonnenenergienutzung und Bautechnologie
- 1.04 Öff. Energiebewußtsein und -Verhalten
- 1.05 Wirkungsgraderhöhung bei Energiewandlung und -Nutzung
- 1.06 Industrielle Wärme- und Rohstoffrückgewinnung
- 1.07 Abwärmennutzung bei Kraftwerken und Prozeßanlagen
- 1.08 Wärme-Kraft-Kopplung

- 2.01 Energie und Ökosphäre: Umweltschutztechnik (ohne Verkehr)
- 2.02 Energie und Klima
- 2.03 Energie und Soziophäre: Risiko-Annehmbarkeit
- 2.04 Leistungsplan Wasser, Siedlungswasserwirtschaft
- 2.05 Kommunale und industrielle Entsorgung
- 2.06 Umweltfreundliche Rohmaterialgewinnung
- 2.07 Entschwefelung von Öl und Rauchgasen
- 2.08 Umweltschutztechnik im Verkehrssektor

- 3.00 Langfristprognosen, Systemanalysen, Modellentwicklungen
- 3.01 Speicherung und Verteilung von Elektrizität
- 3.02 Speicherung und Verteilung von Gasen, SNG
- 3.03 Speicherung und Verteilung von Flüssigbrennstoffen, LNG
- 3.04 Erzeugung, Speicherung, Transport von Wärme
- 3.05 Kohleveredlung: Extraktion, Hydrierung, Vergasung
- 3.06 Brennstoffsubstitution im Verkehrssektor (nichtnuklear)
- 3.07 Entwicklung der Brennstoffzelle (stationär)
- 3.08 Wasserstofftechnologien
- 3.09 Überkrit. Dampf- und Gasturbinen, HHT

- 4.01 Exploration von Mineralöl und Erdgas
- 4.02 Bergbautechnische Innovation
- 4.03 Weiterentwicklung von wassergek. Reaktoren
- 4.04 Gasgekühlte therm. Reaktoren (ohne Prozeßwärme und HHT)
- 4.05 Schnelle Brutreaktoren, FI-Metallkühlung
- 4.06 Nukleare Schiffsantriebe
- 4.07 Reaktorspezifische Bautechnologie
- 4.08 Nukleare Brennstoffversorgung, Anreicherung
- 4.09 Brenn- und Brutelemententwicklung
- 4.10 Brennstoffkreislauf, Transport, Endlagerung
- 4.11 Reaktorsicherheitstechnik
- 4.12 Spaltstoffe, Flußkontrolle

- 5.01 Biotechnische Energiewandlung, Photosynthese
- 5.02 Wasser- und Windkraftnutzung
- 5.03 Großtechnische Sonnenenergienutzung
- 5.04 Fusionstechnologie
- 5.05 Geothermie, Kohledirektwandlung im Flöz
- 5.06 MHD, neue Reaktorsysteme, Energiewandler und -Quellen

Abb. 18 : Verteilung der öffentlichen Mittel auf die Aktivitätsfelder
 a des Zielsystems mit Anteil des BMFT (einschließlich dessen
 Finanzierungsanteil an den Großforschungseinrichtungen)
 für die Jahre 1971 ... 73 sowie 1974

Aktivitätsfelder

Energieforschung

- 1.01 Systemanalyse der Energienutzung
- 1.02 Rationelle Energienutzung in Haushalt und Gewerbe
- 1.03 Sonnenenergienutzung und Bautechnologie
- 1.04 Öff. Energiebewußtsein und -Verhalten
- 1.05 Wirkungsgraderhöhung bei Energiewandlung und -Nutzung
- 1.06 Industrielle Wärme- und Rohstoffrückgewinnung
- 1.07 Abwärmenutzung bei Kraftwerken und Prozeßanlagen
- 1.08 Wärme-Kraft-Kopplung

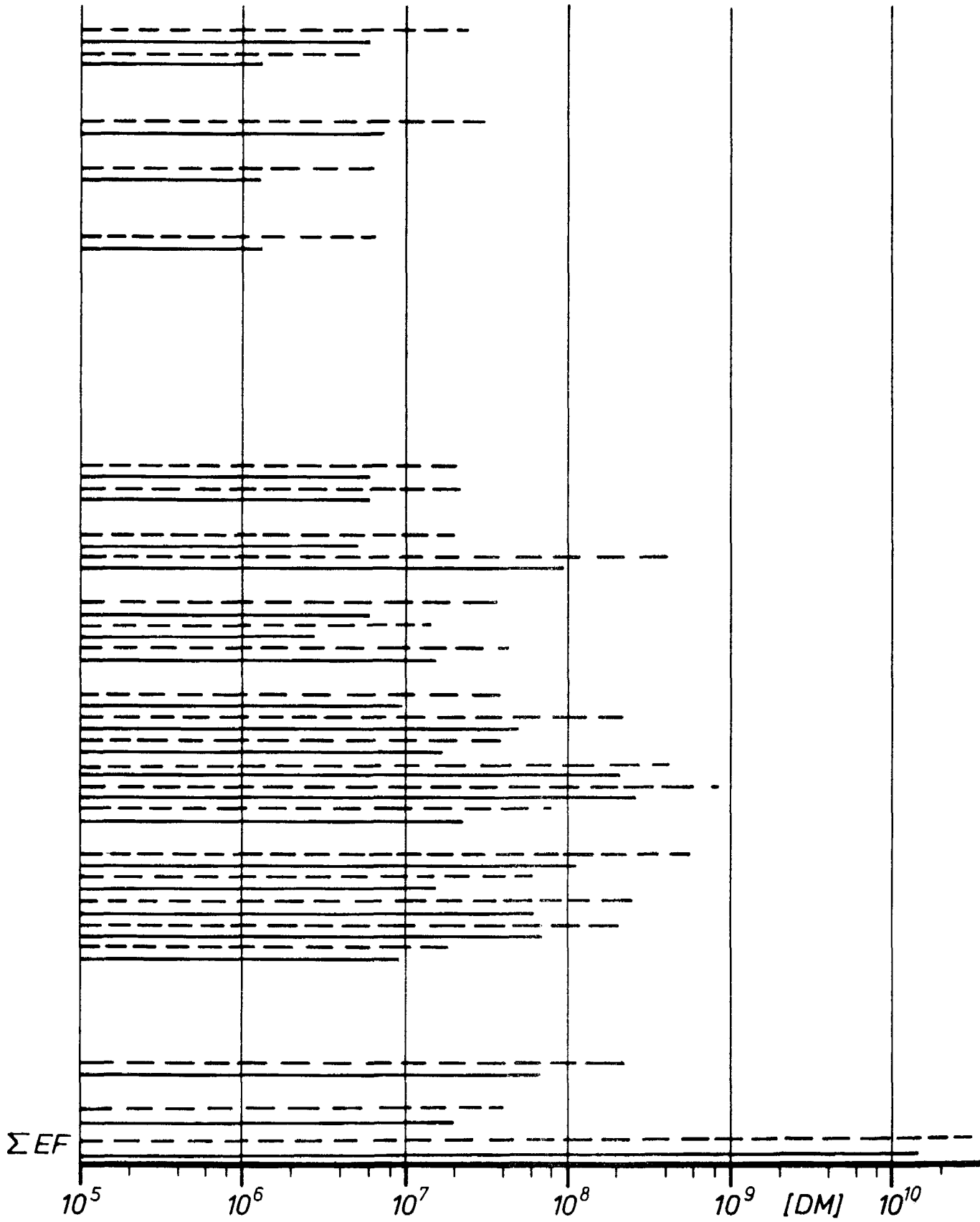
- 2.01 Energie und Ökosphäre: Umweltschutztechnik (ohne Verkehr)
- 2.02 Energie und Klima
- 2.03 Energie und Soziophäre: Risiko-Annehmbarkeit
- 2.04 Leistungsplan Wasser, Siedlungswasserwirtschaft
- 2.05 Kommunale und industrielle Entsorgung
- 2.06 Umweltfreundliche Rohmaterialgewinnung
- 2.07 Entschwefelung von Öl und Rauchgasen
- 2.08 Umweltschutztechnik im Verkehrssektor

- 3.00 Langfristprognosen, Systemanalysen, Modellentwicklungen
- 3.01 Speicherung und Verteilung von Elektrizität
- 3.02 Speicherung und Verteilung von Gasen, SNG
- 3.03 Speicherung und Verteilung von Flüssigbrennstoffen, LNG
- 3.04 Erzeugung, Speicherung, Transport von Wärme
- 3.05 Kohleveredlung: Extraktion, Hydrierung, Vergasung
- 3.06 Brennstoffsubstitution im Verkehrssektor (nichtnuklear)
- 3.07 Entwicklung der Brennstoffzelle (stationär)
- 3.08 Wasserstofftechnologien
- 3.09 Überkrit. Dampf- und Gasturbinen, HHT

- 4.01 Exploration von Mineralöl und Erdgas
- 4.02 Bergbautechnische Innovation
- 4.03 Weiterentwicklung von wassergek. Reaktoren
- 4.04 Gasgekühlte therm. Reaktoren (ohne Prozeßwärme und HHT)
- 4.05 Schnelle Brutreaktoren, FI-Metallkühlung
- 4.06 Nukleare Schiffsantriebe
- 4.07 Reaktorspezifische Bautechnologie
- 4.08 Nukleare Brennstoffversorgung, Anreicherung
- 4.09 Brenn- und Brutelemententwicklung
- 4.10 Brennstoffkreislauf, Transport, Endlagerung
- 4.11 Reaktorsicherheitstechnik
- 4.12 Spaltstoffe, Flußkontrolle

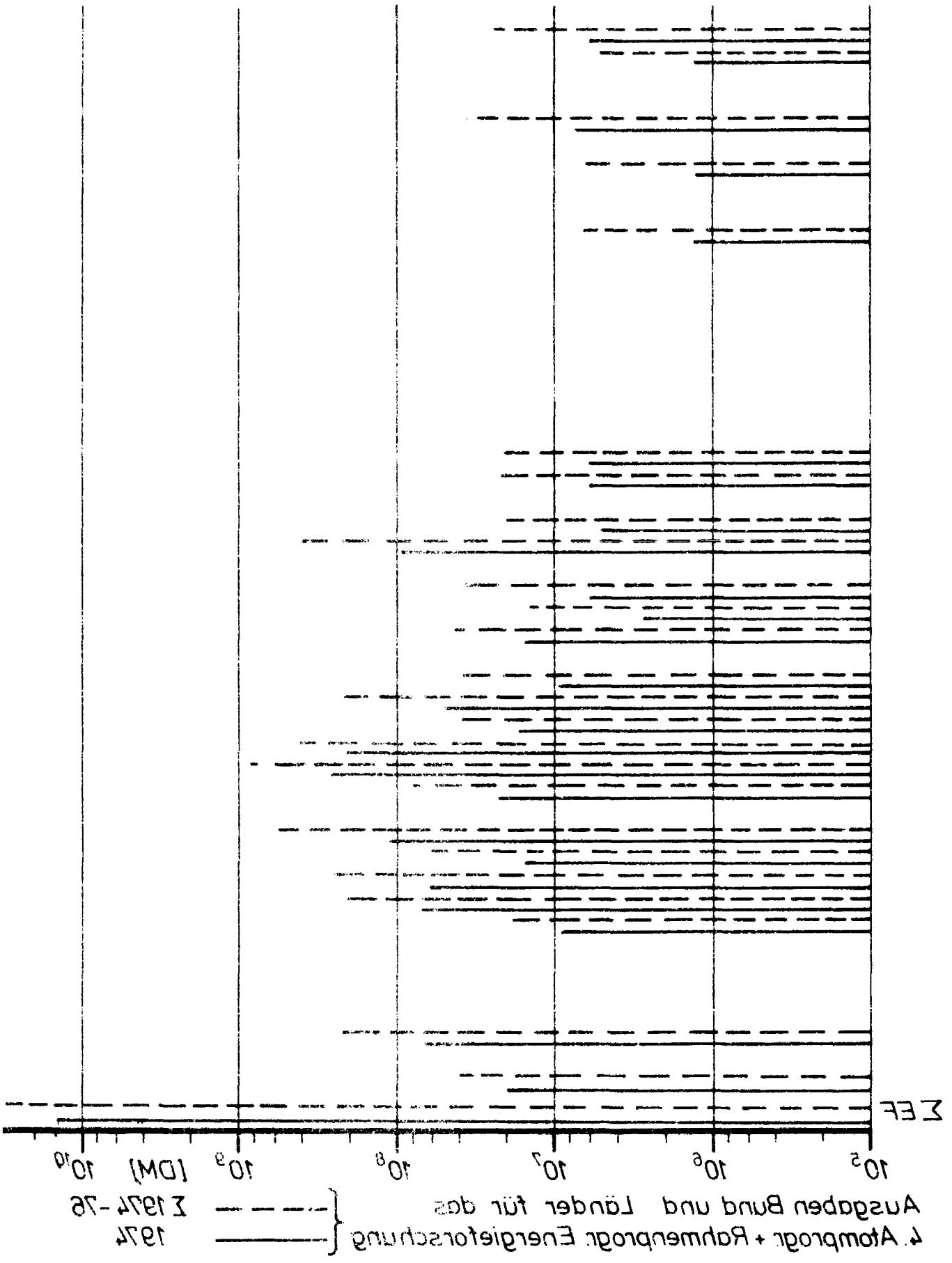
- 5.01 Biotechnische Energiewandlung, Photosynthese
- 5.02 Wasser- und Windkraftnutzung
- 5.03 Großtechnische Sonnenenergienutzung
- 5.04 Fusionstechnologie
- 5.05 Geothermie, Kohledirektwandlung im Flöz
- 5.06 MHD, neue Reaktorsysteme, Energiewandler und -Quellen

Abb. 18 : Verteilung der öffentlichen Mittel des Rahmenprogramms
 b Energieforschung sowie des 4. Atomprogramms, aufgegliedert
 nach den Jahren 1974 und 1974 ... 76



Ausgaben Bund und Länder für das
 4. Atomprogr. + Rahmenprogr. Energieforschung {

- Σ 1974-76
- 1974



Pi 73 133. Die F und E - Mittel der AIF stammen zu etwa 25% von der öffentlichen Hand. Dieser Zuschuß ist jedoch abhängig von Einzelthemen. Deshalb werden hier nur die potentiellen Energieforschungsinstitute mit Adresse, Leiter und personeller Stärke aufgeführt.

Das gleiche Auswahlverfahren wurde auf die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft angewandt, obwohl der Anteil öffentlicher Mittel zur Zeit noch wesentlich höher ist, jedoch zugunsten von Drittmitteln sinken soll.

134. Vertreter der Großforschungseinrichtungen KFA, KFZ und DFVLR nahmen im persönlichen Gespräch eine Aufteilung der Haushaltsmittel nach den Aktivitätsbündeln des Energieforschungssystems vor, soweit dies anhand der jeweiligen Programmbudgets ohne allzu großen Aufwand möglich war.

135. Für die Mittel-Übersicht wurde eine zeitliche Aufteilung nach den 3-Jahresgruppen

1971 ... 1973, 1974, 1974 ... 1976

vorgenommen, um jüngste Vergangenheit, Gegenwart und nächste Zukunft vergleichen und die Entwicklungstendenzen gemäß den Prinzipien des Inkrementalismus (Veränderung von Zuwachsraten als Ergebnis von Prioritätensetzungen) zu verdeutlichen. Wegen der Teils einjährigen Bewilligungszeiträume ist jedoch das Jahr 1974 nur unvollständig erfaßt. Dies gilt insbesondere für die späteren Jahre. Die Angaben für 1971 ... 73 sind im wesentlichen Ist-Daten, obwohl das Haushaltsjahr 1973 noch nicht überall voll abgerechnet sein dürfte.

136. Energieforschung als schwerpunktmäßig langfristig orientierte technologische Forschung ist eine wesentliche Zielsetzung des BMFT. Daher sollte sein Beitrag zu den gesamten Aufwendungen der öffentlichen Hand besonders ins Gewicht fallen. In der Darstellung wurde dieser Anteil einschließlich der diesbezüglichen Aufwendungen der Großforschungseinrichtungen, also ohne deren jeweiligen Länderanteile (10%) zusätzlich zu den Gesamtaufwendungen der "öffentlichen Hände" aufgetragen.

Abb. 18
REF 74
AtP 73

Für die nahe Zukunft sind die Daten des 4. Atomprogramms und der öffentliche Anteil (66.7 %) des Rahmenprogramms Energieforschung, an denen unter Federführung des BMFT jeweils Bund und Länder beteiligt sind, dargestellt. Die Aufteilung der Mittel erfolgte nach den in den Programmen genannten Teilzielen.

137. Obwohl in Anlage 4.8 alle erfaßten Themen und Aufwendungen dargestellt sind, sollten die folgenden energieorientierten Förderungsschwerpunkte besonders erwähnt werden :

- Land Niedersachsen : Erdöllagerstättenforschung
- Land Nordrhein-Westfalen : Kohleförderung und -Veredlung, einschließlich nuklearer Prozeßwärme
- Bundesministerium für Wohnungsbau : Energiesparende Bautechnologien

- Bundesministerium des Innern : Umweltschutz bei der Energiedarbietung, Entschwefelung von Mineralöl und Rauchgas
 - Sonderforschungsbereiche und Schwerpunkte der DFG : Energiewandlung und rationelle Nutzung
 - Teilaufgaben der GfW und DFVLR : Sonnenenergienutzung
 - Die Programmschwerpunkte der Großforschungseinrichtungen KFA und KFZ sowie GKSS sind im Atomprogramm dargestellt und brauchen hier nicht wiederholt zu werden.
- AtP 73

Abb. 18 138. Der logarithmische Maßstab der Darstellungen für Mittelaufwendungen wurde wegen der Spannweite der verschiedenen Förderbeträge sowie der hier wesentlich interessierenden Relativangaben gewählt. Die Summe der erfaßten öffentlichen Aufwendungen für Energieforschung der Jahre 1971 ... 73 beträgt etwa DM 2.25 Mrd., wovon auf das BMFT für Einzelförderungen und 90% Anteil an den Aufwendungen der Großforschungseinrichtungen (DM 700 Mio) etwa 90% oder DM 2.02 Mrd entfallen. Für 1974 lauten die analogen Daten der bisher festgelegten Mittel etwa DM 800 Mio und DM 600 Mio, davon DM 285 Mio für Großforschungseinrichtungen. Ist die Angabe für Zentren aufgrund mehrjähriger Planung weitgehend "richtig", so fehlen bei der BMFT-Einzelförderung die Mittel der in 1974 anlaufenden Förderungen.

REF 74 Hierin sind nicht enthalten die teilweise zusätzlichen öffentlichen Mittel des Atom- und Rahmenprogramms Energieforschung. Sie betragen 1974 DM 1.088 Mrd und für 1974 ... 76 DM 3.56 Mrd DM.

139. Es sei angemerkt, daß aus Gründen der Vergleichbarkeit der Zahlenangaben nach Redaktionsschluß Änderungen der Zeitspannen vorgenommen und aus Termingründen nicht in allen Einzelheiten mit den Informationsstellen rückgekoppelt wurden. Dies gilt jedoch nur für Angaben zu den Jahren nach 1974, die nicht mehr zu weiteren Rechnungen verwendet wurden. Bei einigen Globalangaben über mehrjährige Gesamtmittel wurden für das Spektrum der aufgewandten Mittel analoge Aufteilungen vorgenommen. Dies schien wegen des beispielhaften Charakters der Darstellung zulässig.

140. Es sei weiter angemerkt, daß die Summe der aufgewandten Mittel - abgesehen von Fehlposten - nicht exakt gleich der Summe der öffentlichen FE-Mittel der in der Anlage genannten Vorhaben ist, zumal in einigen Fällen Gesamtausgaben eines Haushalts-Titels und Ausgaben darüber finanzierter Vorhaben parallel aufgeführt sind. Diese gemeinsamen Durchschnitte dürften jedoch im Bereich weniger Promille liegen und bei weitem durch die Fehlsummen ausgeglichen werden, über die bei thematischer Darstellung keine Angaben (K.A.) zu den Mitteln (insbesondere für das Jahr 1974 sind die Angaben bei kleineren Vorhaben wegen der oft kurzfristigen, verspäteten Bewilligungspraxis recht unvollständig) gemacht wurden. Insofern sind die erfaßten öffentlichen Mittel eine untere Grenze der Ausgaben.

141. Eine Diskussion der Steigerungsraten, die sich aus den Zahlenangaben ablesen ließen, erübrigt sich, da sowohl im ersten 3-Jahres-Zeitraum, "frühe" Vorhaben fehlen, als auch im letzten 3-Jahres-Zeitraum nicht alle Planmittel voll verbraucht werden dürften.

Der logarithmische Maßstab gibt jedoch auch hier eine gute Möglichkeit zur Grobabschätzung des Verhältnisses von Ein- und 3-Jahres-Mitteln bei den jeweiligen Aktivitätsbündeln als ein grobes Maß der jeweiligen Erwartungen.

142. Anregungen aufgrund der gegebenen Übersicht über die Allokation öffentlicher Mittel und z.B. die Koordination ihrer Verwendung sind bei drei Aspekten zu geben :

- fehlende oder geringe Förderung von Aktivitätsbündeln;
- fehlende oder sehr große Rollenteilung zwischen den verschiedenen öffentlichen Händen innerhalb einzelner Aktivitätenbündel;
- Förderung auf Gebieten, die im Licht der formulierten forschungspolitischen Teilziele möglicherweise nicht den heutigen oder absehbaren Erwartungen entsprechen.

Einige Beispiele zu den genannten Aspekten werden im folgenden kurz genannt.

143. Im Rahmen der Finanzspektren unbesetzt sind die Aktivitätsbündel EF 1.08, EF 2.03, EF 3.03, EF 5.02 und EF 5.05.

Im Rahmen der weitgehend dezentralisierten Forschungsplanung, dies insbesondere bei geringerer Anwendungsnähe, also der Grundlagenforschung, ist es unwahrscheinlich, daß die aufgeführten mit verschiedenen Fachleuten diskutierten Aktivitätsbündel gar nicht bearbeitet werden.

Es erhebt sich jedoch die Frage, ob sie gemäß ihrer aktuellen oder zukünftigen Bedeutung gefördert werden.

Diese Frage gilt insbesondere für die Aktivitätsbündel EF 2.02 und EF 2.03, wo die Wechselwirkung von Energie mit Klima (hier ist allein die Beteiligung des BMI am Trockenkühlturm Schmehausen aufgeführt) und mit der Soziosphäre, d.h. der gesellschaftlichen Interessen und möglichen Befürchtungen einer breiten Öffentlichkeit gegenüber der Kernenergienutzung eingeordnet sind. Ferner für die neuerdings diskutierten Nutzungsmöglichkeiten der Windenergie und Geothermie.

144. Versteht man unter geringer Rollenteilung ein Verhältnis von öffentlichen Aufwendungen eines Zuwendungsgebers zu den gesamten öffentlichen Aufwendungen für das jeweilige Aktivitätsbündel von mehr als 0.9 (in der logarithmischen Skala ein gerade noch erkennbarer Abstand von einer zehntel Größenordnung), so trifft dies insgesamt zu für das BMFT (einschließlich dessen Anteil an den Großforschungseinrichtungen), keineswegs jedoch für alle Aktivitätsbündel einzeln.

Hier sind insbesondere die folgenden Hauptförderer zu erwähnen :

- BMI bei
- EF 1.04 (Öffentliches Energiebewußtsein und -Verhalten)

○ EF 2.02 (Beteiligung am Trockenkühlturm Schmehausen aus klimatisch-meßtechnischen Gründen)

○ EF 2.07 (Entschwefelung von Öl und Rauchgasen)

Beim BMI wurden nicht Haushaltsvoranschläge, die noch für andere Teilaspekte, insbesondere das Teilziel 2 wichtig sind, berücksichtigt, sondern nur festgelegte Einzelförderungen. Deshalb erscheint das BMI hier nicht häufiger.

● BMRBS bei EF 1.03 (Energiesparende Bautechnologie)

● Land Niedersachsen bei EF 4.01 (Erdöllagerstättenforschung)

● Land Nordrhein-Westfalen bei

○ EF 3.05 (Kohleveredlung)

○ EF 4.02 (Bergbautechnische Innovation)

Ersteres allerdings nur 1974 ohne die geplanten Mittel des Rahmenprogramms Energieforschung.

145. Die bisherige Vorherrschaft des Landes NRW auf dem Kohleforschungs- und Bergbausektor wird im Sinne vorherrschender Mittelaufwendungen durch das Rahmenprogramm Energieforschung auch auf diesem nichtnuklearen Bereich durch das BMFT gebrochen.

Dies legt die Forderung nach Koordination der Mittelaufwendungen sowie Verfahren wirksamer Erfolgskontrolle und Begutachtung nahe.

Verfügt die DFG über eingespielte Techniken auf dem Gebiet ausgewählter, anwendungsnaher Schwerpunkte und Sonderforschungsbereiche, das BMFT über Beratungsgremien im kerntechnischen Bereich (sowie Ansätzen der delegierten Projekt- und Programmbegleitung), so verweist das Land NRW auf leistungsfähige Begutachtungs- und Beratungseinrichtungen auf dem Kohlesektor. Auf sie sollte in geeigneter Form zurückgegriffen werden.

146. Besonders groß ist die Zahl der gleichrangig beteiligten Förderstellen an dem Aktivitätsbündel EF 3.01 (Übertragung von Elektrizität), so daß auch hier besonderes Interesse an wirksamer Koordination der F & E - Anstrengungen besteht, für die Mittel und Wege gefunden werden sollten, die "Kooperation" auch ohne vorherrschende Geldgeber (im Gegensatz zur gebräuchlichen negativen Definition als fehlende Führungsmöglichkeit) gestatten : Gemeinsame Nutzung des Datenbanksystems DAVOR des BMFT ist als technisches Hilfsmittel ein Ansatz dazu.

Anl. 4.5

147. Die Frage nach der Eignung der absoluten Höhe der öffentlichen Förderbeträge für das angestrebte Ziel ist eine Frage nach den Prioritäten und den Zukunftserwartungen an das jeweilige Aktivitätsbündel. Das typische Hilfsmittel der Entscheidungsvorbereitung ist die Nutzen-Kosten-Analyse (NKA), die nicht nur bei erstmaliger Entscheidung für großtechnologische Förderung benutzt, sondern in regelmäßigen Abständen erneut angewandt werden sollte.

3. Allgemeine Anregungen

148. Da auch hochentwickelte Techniken der Entscheidungsvorbereitung, wie z.B. verfeinerte Nutzen-Kosten-Analyse (NKA)

- nur ein Hilfsmittel der Entscheidungsvorbereitung sind
- insbesondere dort nicht möglich sind, wo soziale Kosten (im Gegensatz zu quantifizierbaren Pönalen) z.Z. noch nicht quantitativ berücksichtigt werden können, und
- eine Festlegung erforderlicher Finanzmittel zur Erreichung eines Ziels nicht absolut ermöglichen, sondern nur einen Vergleich zwischen konkurrierenden Technologien,

sollen hier aus einer Vielzahl von Eingriffs- und Handlungsmöglichkeiten der öffentlich geförderten Energieforschung einige Beispiele herausgegriffen und stichwortartig angedeutet werden. Sie betreffen eine Reihe auch ressortübergreifender Aspekte.

149. Im Hinblick auf rechtzeitige Bereitstellung z.B. der Generatorkapazität für nukleare Stromerzeugung wird häufig auf die zeitraubenden Genehmigungsverfahren verwiesen, die dazu geführt haben, daß die diesbezüglichen Entwicklungen bis zum Jahre 1980 bereits "gelaufen" sind.

Im Sinne der Definition der Energieforschung sind deshalb zu erwähnen :

- Juristische Maßnahmen, wie eine Neuordnung des Planfeststellungsverfahrens, und zwar orientiert an übergreifenden gegenüber individuellen Interessen der Energiedarbietung,
- organisatorische Maßnahmen mit Überprüfung der Zuständigkeiten (wobei auf jeden Fall die Promotoren- und die Kontrollinstanzen getrennt bleiben sollten),
- sozialrelevante Maßnahmen wie Risikoanalyse und Verhaltensforschung sowie gezielte Öffentlichkeitsarbeit (Bürgerinitiativen für sichere Energiedarbietung), die nicht nur von den privaten Interessengruppen ausgehen sollten,
- planerische Maßnahmen wie Standortvorsorge, Kataloge entscheidungsrelevanter Information, d.h. Beurteilungskriterien und Maßstäbe,
- strategische Modellerprobung zum Aufbau von Energieanlagen, die auch bei sozialen Unruhen, gegen Erpressung usw. geschützt werden können, usw.

Bör 73

Hae 73,2

Diese Einbettung der Energie in die Soziosphäre (Haefele) stellt ein interdisziplinäres Problem großer Tragweite dar, an dessen Lösung sich technologische Förderstellen im Hinblick auf schnelle Umsetzung der Entwicklungsergebnisse aktiv beteiligen sollten.

150. Diese Überlegungen müssen im Rahmen erprobter Modelle angestellt werden. Damit gewinnt der 2. Schritt der Systemtechnik (nach Systemanalyse), die Modellentwicklung, erhebliches Gewicht : Besteht nach heutiger Kenntnis keine Gefahr langfristiger, quantitativer Mängel in der Energieversorgung, gilt dies auch für eine Welt mit einem Vielfachen der heutigen Bevölkerung, und sind die anthropogenen

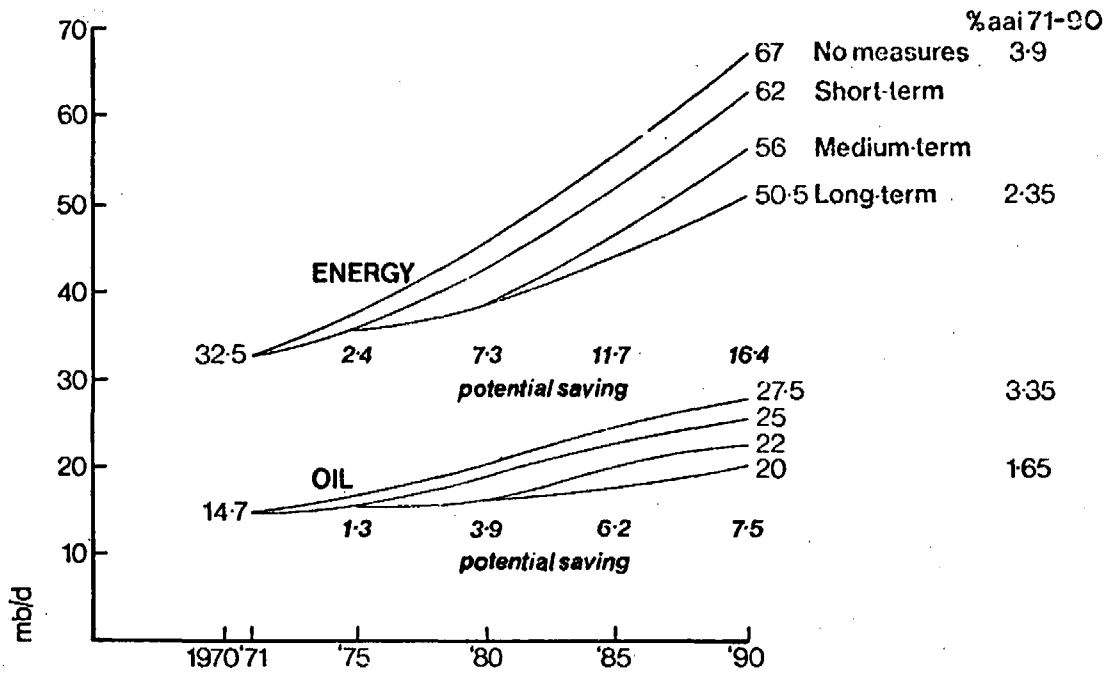


Abb. 19 : Excerpt from "The Potential for Energy Conservation :
A Staff Study of the Office of Emergency Preparedness"

Langfristige Auswirkungen heute ergreifbarer Sparmaßnahmen
am Beispiel USA : Zuwachsraten werden auf ein Drittel oder
gar die Hälfte gesenkt

Abb. 9 Energieumsetzungen klein im Vergleich zur natürlichen Energiebilanz, so sind in der Umweltbelastung mit Wärme, Gasen, Stäuben und Abwässern lokal und regional vertretbare Grenzen erreicht oder überschritten. Die Ausbeutung der Rohstoffvorräte wird diskutiert.

Trotz exponentiellen Anstiegs der Wasserpreise für Verbraucher wie Kommunen, sind die Eingriffe in den Wasserhaushalt der breiten Öffentlichkeit bisher weitgehend verborgen geblieben.

Tab. 7 Künstliche Bewässerung fordert heute noch 95% des gesamten Wasserverbrauchs. Im Jahre 2000 wird sie nur noch ein Drittel des dann fünffachen Gesamtverbrauchs schlucken. Über 60% werden in Industrie, Kraftwerke, Ballungsgebiete fließen. Ihre Bereitstellung wird bald soviel Energie kosten, wie alle übrigen menschlichen Aktivitäten zusammen !

Die modellhafte Einbettung des Energiesystems in den Wasserhaushalt sollte daher wegen der weitreichenden technologischen Konsequenzen in Zusammenarbeit von Technik, Klimatologie, Meteorologie und Umweltforschung schnellstmöglich geklärt werden. Hierfür sind organisatorische Maßnahmen und Forschungsmittel erforderlich.

151. Im Hinblick auf die aktuellste Aufgabenstellung der Energieforschung, die Entlastung des Primärenergiemarktes durch optimale Nutzung der verfügbaren Energien, liegt das weitaus größte Potential bei der Funktion "Raumheizung im Haushalt und Kleinverbrauch" sowie, zum kleineren Teil, bei der Industrie. Eingriffspunkte sind :

- Isolationsmaßnahmen sowie Ausnutzung strahlungs- und strömungsphysikalischer Tatbestände und physiologisch-psychologischer Faktoren (Behaglichkeit),
- Techniken der Wärmerückgewinnung und Veredlung von Wärme niederer Niveaus auf heiztechnisch geeignete Niveaus (Wärmepumpen, Wärmetauscher),
- überlegte Nutzung von Wärmemengen, die bei anderen Prozessen anfallen durch geeignete Kopplung von Wärme und Kraft, notfalls auf Kosten der Wirkungsgrade für jeweils eine Teilfunktion zugunsten des Gesamtnutzungsgrades eines Systems.

Abb. 19 Es liegt auf der Hand, daß Auswirkungen erhöhter Isolationsanstrengungen erst im Laufe eines oder zweier Jahrzehnte (nach Um- oder Neubau eines wesentlichen Wohnungsbestands) im verminderten Heizungsbedarf erkennbar werden. Zwischenzeitlich fordern die zugehörigen Maßnahmen erhöhten Primärenergieeinsatz. Erhöhte Koordination der vielfältigen Fachgruppen, die auf diesem Gebiet wirksam werden, ist die Hauptforderung nichttechnischer Eingriffe. Hierfür sind Methoden der Kooperation und damit Arbeitsteilung zu entwickeln.

Beck 73 152. Wie bereits betont, ist rationelle Energienutzung zwar meistens, nicht jedoch a priori umweltfreundlich, zumal die Umwelt auf mittlere Sicht eher lokal und regional "definiert" ist als global : Diesellokomotiven sind qua Wirkungsgrad ungünstiger als elektrische Traktion, ihre Wärmeabgabe jedoch besser verteilt als die eines Kraftwerkes.

Der Umweltaspekt muß daher bei jeder Entscheidung als eigenständiges Kriterium berücksichtigt werden, so daß Gesamtoptimierung eines Energiesystems durchaus gewisse Minuspunkte des Wirkungsgrades einer Umwandlung enthalten kann,

die ebenfalls erheblichen Koordinationsaufwand erfordern, sind daher die Entschwe-
felungen der häuslichen und Kraftwerkbrennstoffe sowie der Rauchgase.

Maßnahmen einer Reduktion des anthropogenen Wasserkonsums sind ein Arbeitsgebiet
mit den vermutlich höchsten gesamtgesellschaftlichen Einsparungen, d.h. dem höch-
sten Nutzen-Kosten-Verhältnis, sofern dieser Nutzen quantifiziert werden kann.
Der Weg dahin ist ebenfalls ein Koordinationsproblem ersten Ranges.

153. Technische Probleme stehen im Vordergrund bei der Erfüllung weiterer Teil-
ziele, die der Erzeugung eines sicheren, wirtschaftlichen und verbraucherfreundli-
chen Endenergieangebotes dienen.

Die Systemanalyse als Optimierungstechnik zwischen unterschiedlichen, konkurrie-
renden Möglichkeiten der Bedarfsbefriedigung am Ort des Verbrauchs (also einschließ-
lich Transport, Speicherung und Verteilung von Energie) ist der Ausgangspunkt aller
technologischen Programme und Maßnahmen.

Mit ihrer Hilfe sollten die Entscheidungsexperimente oder Wirtschaftlichkeitskriterien
ermittelt werden, die zur Durchführung kostenaufwendiger Entwicklungen führen.
Da Raumheizung und Prozeßwärmeerzeugung auch hier im Mittelpunkt des Interesses
stehen (Brennstoffsubstitution im Verkehrssektor betrifft fast eine Größenordnung we-
niger an Primärenergien) sind ausführliche Nutzen-Kosten-Analysen zur Wahl von
Heizungssystemen durchzuführen.

Weitgehend unbetroffen hiervon sind die Veredlung von Kohle als relativ reichlich
vorhandener heimischer Energiequelle als auch die Entwicklung von Turbinen hohen
Wirkungsgrades, also für hohe Gaseingangstemperaturen. Das Koordinationsproblem
ist hier wesentlich auf eine wirksame Nutzung vorhandenen Beratungs- und Manage-
mentpotentials gerichtet, das eine Arbeitsteilung zwischen Zielsetzungs- und Durch-
führungsinstanzen ermöglicht.

154. Die Erschließung der notwendigen Primärenergiequellen ergibt sich zwangs-
läufig. Das hierbei neben bergbautechnischer Innovation die breite Erschließung
der Kernenergie den Schwerpunkt darstellt, steht außer Zweifel. Da ihre Wirtschaft-
lichkeit als Energiequelle weitgehend geklärt ist, steht ein zweifaches Sicherheits-
problem zur Lösung an :

- Sicherheit der Anlagen und des Brennstoffkreislaufes gegen Unfälle aller Art
und Strahlenbelastungen, die gegenüber dem natürlichen Belastungslevel ins
Gewicht fallen,
- Sicherheit der Systeme gegenüber äußeren Einwirkungen und Eingriffe durch
Sabotage, Erpressung o.ä.,
- Sicherheit der Brennstoffversorgung gegen politische und wirtschaftliche
Hemmnisse, Boykottmaßnahmen o.ä.

In zahlreichen Studien sind diese Fragen diskutiert und quantitative Angaben zu
den Risiken entwickelt worden.

Damit sind die Entscheidungskriterien für die einzelnen Reaktorlinien weitgehend
geklärt, unterliegen jedoch im Laufe der Entwicklung dauernden Wandlungen.

Diese Wandlungen betreffen nicht nur die Kriterien selbst; inhärente Sicherheit von Systemen, Brutfaktor, Umweltverträglichkeit, Nutzbarkeit für Fernheizung seien nur einige Beispiele.

Hier sind daher sorgfältige Strategieentwicklungen zur zeitlichen Gewichtung der Entwicklungsanstrengungen für Reaktorlinien oder deren Brennstoffkreislauf (einschließlich endgültiger Beseitigung des waste) durchzuführen und - in geeigneten Aspekten - mit der Öffentlichkeit zu diskutieren.

155. Die back-up Lösungsmöglichkeiten bedürfen keiner weiteren technischen Diskussion.

Wegen der gesamtwirtschaftlichen Wirkung eines geeigneten Energieangebots sind Kostenfaktoren sowohl für die Entwicklung als auch für den potentiellen Nutzen ausschlaggebende Größen. Die Aufwendungen für einen speziellen Lösungsvorschlag sind daher nicht national, sondern möglichst breit gestreut zu tragen. Dies setzt den im Wissenschaftsbetrieb eingespielten Informationsaustausch voraus, der mangels aktueller, wirtschaftlicher Nutzungsmöglichkeit keinen Einschränkungen unterliegt.

Hae 73,2

156. Die hier aufgeführten Anregungen enthalten keine zeitliche Gliederung (hierfür gibt es eine Reihe von Vorschlägen) und kaum Wertungen zu einzelnen Aktivitätsbündeln. Sie stellen den Versuch einer verallgemeinerten Problemdarstellung zum Querschnittsbereich Energieforschung dar, dessen Bedeutung durch politische Ereignisse auch breiten Bevölkerungskreisen binnen weniger Monate verdeutlicht wurde.

157. Für die Entscheidungsträger, die mit öffentlichen Mitteln in der Größenordnung von einem Prozent des Bundeshaushaltes die Erhaltung der Grundlagen einer hochentwickelten Volkswirtschaft sichern sollen, erhebt sich das Problem größtmöglicher fachkundiger wie politischer Abstützung.

Die Nutzung wiederum eines Prozents hiervon für langfristig orientierte Systemanalyse, Modellentwicklung und Prognose ist ein Weg, die Nutzbarmachung des in Großforschungseinrichtungen, Privatwirtschaft und Hochschulinstituten vorhandenen Potentials eine weitere Stütze, fachkundige Information der Öffentlichkeit zur Abstützung der notwendigen Maßnahmen ein dritter Aspekt.

Regelmäßige Erfolgskontrolle und übersichtliche, zusammenfassende Darstellung aller laufenden Aktionen sind ein weiteres Hilfsmittel.

158. Soll die Herausforderung, die mit den sichtbar gewordenen Grenzen natürlicher Vorräte und Belastbarkeiten an die Industrienationen herangetragen werden und in den beiden kommenden Jahrzehnten ihren Höhepunkt erreichen wird, gemeistert werden; soll der Übergang von der Phase technologischer Innovation und Quellenerschließung zur Phase des Umgangs mit der - bei überlegtem Verhalten - in hinreichender Menge vorhandenen Energie nicht verschlafen werden, so müssen alle Anstrengungen zur Nutzung des vorhandenen Potentials zusammengefaßt werden.

4. Anlagen

Aus Gründen einer gleichmäßigen Gewichtsverteilung im fortlaufenden Text wurden einige Spezialaspekte herausgegriffen und als Anlage aufgeführt.

Sie betreffen :

- 4.1 Aussagekraft langfristiger Bedarfsprognosen
- 4.2 Entwicklung des Zielsystems
- 4.3 Energieumwandlung und Klima
- 4.4 Wärmeversorgung der Ballungsgebiete durch Gase
- 4.5 Nutzen - Kosten - Analysen (NKA) in der Energieforschung
- 4.6 Gletscherkraftwerke
- 4.7 Vergleich zwischen Schnellem Brüter und Fusionsreaktor hinsichtlich Nutzungspotential und Radioaktivitätsproblemen
- 4.8 Übersicht über die laufenden oder geplanten Förderungsvorhaben der "öffentlichen Hände"

Anlage 1

Betr. : Aussagekraft langfristiger Bedarfsprognosen

In den USA wurden im Zusammenhang der Energiekrise 30 Prognosen zum Energiebedarf bis zum Jahre 2000 aus den Jahren 1960 ... 1971 verglichen.

Nach Darstellung der jeweiligen Nomenklatur, Prognoseannahmen (hauptsächlich hinsichtlich BSP, Bevölkerungswachstum, Preis, Verfügbarkeit, Technologie) und Prognosemethode (hauptsächlich Trendextrapolation) werden u.a. aufgeführt (mit jeweiliger Spannbreite der Ergebnisse) :

- Gesamtenergiebedarf (1980 : 74 ... 105.10¹⁵ BTU,
2000 : 135 .. 174.10¹⁵ BTU)
- Jährliche Zuwachsraten (phasenweise zwischen 2 und 4, 8%,
jüngere Studien besonders hoch)
- Kohlebedarf (absolut steigend, relativ fallend auf (2000) zwischen
12.3 und 18%; 44% des Kohlebedarfs für das Jahr 2000 wurden von
einer Studie für SNG vorgesehen)
- Mineralölbedarf (Mittelwerte um 40% für 1980, leicht fallend
bis 2000)
- Nuklearanteil (1980 zwischen 2.4 und 14.3%, 2000 zwischen 14%
und 27%)
- Der Verbrauchssektor Industrie wird 1980 qua Anteil an
Gesamt vom Sektor Umwandlung überholt, während Haushalt
und Gewerbe der kleinste Verbrauchssektor sein wird
- Pro Kopf BSP (Steigerung von 1 7/8 bis 3 7/8%/a angenommen)
- Pro Kopf Elektro-Energie-Verbrauch (Steigerungen von 4 7/8...
6 3/8%/a angenommen) mit höheren Werten bei den jüngsten Studien

nach : Per 72

	k \ u	1 Steinkohle	2 Braunkohle	3 Torf, Holz	4 Müll	5 Mineralöl	6 Erdgas	7 U, Th, Pu	8 Koks	9 Brikett	10 Benzin	11 Wasserstoff	12 SNG	13 Elektrizität	14 Niedertemp. Wärme	15 Hochtemp. Wärme	16 Sonnenstrahlung
Primärenergie-träger	i																
Steinkohle	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5						1.11					
Braunkohle	2	2.1	2.2	2.3								0					
Torf, Holz	3	3.1	3.2	3.3								0					
Müll	4	4.1										0					
Mineralöl	5	5.1										5.11					
Erdgas	6											6.11					
U, Th, Pu	7											7.11					
Koks	8											8.11					
Brikett	9											0					
Benzin	10											0					
Wasserstoff	11	0	0	0	0	11.5	0	0	0	0	11.10	11.11	11.12	11.13	0	11.15	0
SNG	12											12.11					
Elektrizität	13											0					
Niedert. Wärme	14											0					
Hochtemp. "	15											0					
Sonnenstrahlung	16											16.11					

oben links: formale Matrixelemente, die der Vollständigkeit halber einzeln ausgefüllt werden müssen.

Zeile 11.k: Energien, die durch Umwandlungsprozesse 11.k aus oder mit Hilfe von Wasserstoff gewonnen werden können: Wasserstoff ist ein vielseitig anwendbarer Energieträger 0 kennzeichnet irrelevante oder unsinnige Prozesse.

Spalte i.11: Energien, die zur Erzeugung von Wasserstoff beitragen können (direkt oder indirekt): Wasserstoff ist ein vielseitig erzeugbarer Energieträger

Diagonalelemente: 11/11 ist das Element der Speicherung
/11 ist das Element des Transports

Tab. 11: Energie-Umwandlungs-, Speicherungs- und Transportmatrix U_{pi}
Die ausgefüllten, nichttrivialen Matrixelemente werden anschließend einzeln analysiert

Anlage 2

Betr. : Entwicklung des Zielsystems

Aus der Zuordnung B_{ik} von Endenergien E_i und Verbrauchern V_k , die für ein abgeschlossenes Jahr der Statistik entnommen werden, ergeben sich Spaltensummen B_k des gesamten Endenergiebedarfs der Verbraucher V_k , Zeilensummen B_i des gesamten Endenergiebedarfs der Arten E_i .

Mittels Prognosen über die Entwicklung der Verbrauchssektoren sowie die technischen und wirtschaftlichen Tendenzen der Energieerarbeitung wird diese Matrix für die Jahre 1980, 1990, 2000 versuchsweise ausgefüllt. Ergebnis sind Endenergiespektren für die o.g. Jahre.

Endenergien E_i werden aus Primärenergien E_p durch Umwandlungsprozesse U_{pi} hergestellt. Die Matrix U_{pi} ist nicht symmetrisch, da die Prozesse nicht prinzipiell umkehrbar sind. Die Diagonale enthält das Doppelement U_s und U_r für Speicherungs- und Transportverfahren.

Tab. 11 Die etwa 20% der Matrixelemente U_{pi} , die existieren oder wirtschaftlich interessante Prozesse darstellen, werden in einem getrennten Schritt in quantitative Umwandlungsbeziehungen (also unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade) R_{pi} ausgedrückt. Durch Multiplikation der Bedarfs- und der Umwandlungsmatrix R_{pi} und zeilenweise Summation entsteht das Spektrum des Endenergiebedarfs an Energien E_p .

E_p oder R_{pi} können Randbedingungen technischer, kostenmäßiger, kapazitiver oder ökologischer Art unterliegen. Durch Anwendung von Substitutionen innerhalb der Matrix R_{pi} (jeweils 1 Index fest) muß die Multiplikation solange wiederholt werden, bis alle Randbedingungen erfüllt sind.

Dieser Fall muß nicht unbedingt eintreten: Im Falle von Mineralöl oder Erdgas können Verknappung oder/und erhebliche Preissteigerungen vorgesehen werden, die keine nichttriviale Erfüllung der Randbedingungen zuläßt. Es müssen also technische Auswege gesucht werden.

An dieser Stelle stoßen Wirtschafts- und Energieforschung zusammen.

Seitens des Angebots geht man von den vorhandenen oder potentiellen Primärenergien und den zugehörigen Umwandlungsverfahren U_{pi} bzw. R_{pi} aus.

Die Betrachtung der Einzelprozesse R_{pi} (einschließlich Transport und Speicherung) ergibt Hinweise auf den Stand der Entwicklung, die Analyse der relativ wichtigsten Prozesse (ohne gleichrangige Parallelen) wirft die Frage der Versorgungssicherheit bei Lieferengpässen oder sonstigen Risiken auf (analog CPM in der Netzplantechnik).

Verbesserung der Wirkungsgrade, Sicherheiten, Kostenstruktur, ökologischen Randbedingungen usw. der Matrixelemente R_{pi} liefert ein erstes Grundraster für die Energieforschung. Die zeitabhängige Gewichtung, die aus den Umwandlungsmatrixen des prognostizierten Bedarfs erkennbar wird, gibt Hinweise auf notwendige Entwicklungstendenzen.

Anlage 3

Betr. : Energieumwandlung und Klima

Die anthropogenen Energiewandlungsprozesse beeinflussen durch die Emission von Staub, Gasen und Wärme die großräumigen Umweltvorgänge in Atmosphäre und Ozean sowohl räumlich als auch zeitlich über alle Skalen der Größenordnung; während selbst die globalen Gesamtenergieumsätze einer Welt mit $30 \cdot 10^{15}$ Menschen und einem Pro-Kopf-Verbrauch von 30 KW, also insgesamt etwa 10^{15} Watt nur 1% der globalen Sonneneinstrahlung am Erdboden ausmachen und damit kaum direkt einen Effekt bewirken dürfen, liegt das Problem in

Flo 73

- der Massierung der Schadstoff-Quellen auf der nördlichen Halbkugel bei geringem äquatorialem Austausch,
- der geringen Kenntnis der tatsächlichen Effekte des CO_2 in Atmosphäre und Weltmeer,
- dem kaum abschätzbaren (wieviel weniger rechenbaren) Einfluß der Wasserdampfemission auf den irdischen und damit atmosphärischen Wasserhaushalt.

Hierzu ein Beispiel :

Eine nicht unmittelbar erkennbare, nur um 1% verstärkte Bewölkung bewirkt bereits eine Albedo (Wärmeentzug) in der Größenordnung von 10^{15} Watt mit kaum abschätzbaren Folgen. Die künstliche Bewässerung kostete 1965 nicht nur 95% des gesamten Wasserverbrauchs mit allen klimatischen Effekten; die zukünftig notwendige Entsalzung erhöht diesen Wasserumsatz und wird in der vorn charakterisierten Welt nochmals soviel Energie schlucken, wie alle übrigen menschlichen Aktivitäten zusammen. Im Vergleich mit diesen Daten ist das Problem der chemischen und staubförmigen Schadstoffe nur von lokaler oder regionaler Bedeutung und reicht in der Größenordnung bei weitem nicht an die Wirkung von Vulkanausbrüchen heran.

Die Nutzung der "saubersten" aller Energiequellen, die Sonneneinstrahlung, entzieht bei Absorption der Strahlung am Boden Wärme in gleicher Weise wie erhöhte Wolkenbildung. Findet die restlose Umwandlung, also endgültiger Wärmefreisetzung nicht in der unmittelbaren Nähe der Absorption statt, so trägt auch diese Energiewandlung zur Inhomogenität der Quellenverteilung anthropogener Wärmefreisetzung und damit zum Eingriff in die natürlichen Zyklen bei.

Die Strahlenbelastung durch emittierte radioaktive Schadstoffe bleibt selbst bei pessimistischer Abschätzung klein gegenüber der natürlichen Strahlenbelastung.

Das Problem der Abschätzung besteht somit in der Verlagerung von der Bilanzrechnung zur Störungsrechnung und entspricht in der Tragweite der langfristigen Wettervorhersage. Hierzu ein Kalkulationswert : 24 h Wettervorhersage kostet mit heutigen Modellen 1 h Rechenzeit auf einem modernen Großrechner; 8 Tage Vorhersage kosten 8 Stunden, 30 Jahre Vorhersage ...

Und auch diese Rechnungen garantieren nicht für das Erkennen der Kippungen von einem Lösungssatz zu einem anderen, der ein total anderes dynamisches System beschreibt.

Aufgrund der genannten Größenordnung der natürlichen Effekte im globalen Energiehaushalt der Erde erhebt sich die zunächst ketzerische Frage, ob anthropogene Energiefreisetzung außer in lokalen oder regionalen Maßstab jeweils nennenswert in die natürlichen energetischen Prozesse eingreifen kann. (Es sei an die jahrelang als Staatsgeheimnis behandelten Überlegungen zur Aufwärmung des Nordmeers erinnert, um die es inzwischen mangels Lösungsentscheidung sehr still geworden ist).

In der Tat sollte diese Frage durch gezielte Anstrengungen in interdisziplinärer Arbeitsgruppe einer Klärung entgegengebracht werden. Hierfür ist jedoch außer Grundlagenforschung für Modellentwicklung und -Erprobung ein straffes Projektmanagement erforderlich, das einen fachlich wertenden Vergleich der erkennbaren Entwicklungsalternativen des dynamischen Systems Erde ermöglicht und Handlungsmöglichkeiten für die Energie-Technologie aufweist.

Diese Aufgabe rechtfertigt die Neuausrichtung eines großen Forschungszentrums.

Anlage 4

Betr. : Wärmeversorgung der Ballungsgebiete durch Gase

Mit der absehbaren Verteuerung des Heizöls als 65 %iger Träger der Heizungsenergie (1972) gewinnen elektrische Widerstandsheizung und Gasheizung an Bedeutung. Erstere ist verbraucherfreundlich, jedoch mit hohen Emissionen am Umwandlungsort (Kraftwerk) verbunden. Ihr Transport ist teuer. Gasheizung basiert z.Z. auf Erdgas und Kokereigas (+). Die großtechnische Herstellung synthetischer natürlicher Gase (SNG) als Veredlungsprodukt der Kohle unter Einsatz hochtemperaturiger Prozeßwärme ist in Vorbereitung. Leistungsfähige Gasnetze sind vorhanden und werden stetig ausgebaut. Die Transportkosten pro Gcal werden mit etwa 1/3 der entsprechenden Elektrizitätskosten beziffert.

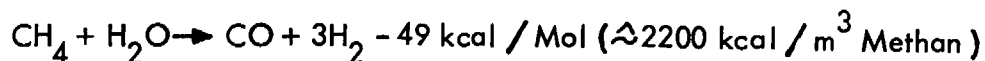
Drei Hauptaspekte für langfristige Entwicklungen auf dem Gassektor sind anzusehen :

- Wasserstoff- oder andere Gase zur Speisung der Brennstoffzelle, mit deren Hilfe bei etwa 70% Wirkungsgrad lokal unter Nutzung der Abwärme Elektrizität erzeugt wird,
- Erdgas und SNG als Heizgas und als Rohstoff für ausgewählte Industriezweige (Chemie, Rohstahlerzeugung ...),
- Geschlossene Rohmetze mit regenerierbaren Gasmischungen, in denen Hersteller und Verbraucher wie im Stromnetz parallelgeschaltet sind.

Diese Möglichkeiten sind nicht alternativ, sondern in gegenseitiger Ergänzung zu sehen.

Die letztgenannte Variante des geschlossenen Kreislaufes gewann in jüngster Zeit erheblich an Bedeutung.

Im Hinblick auf wirtschaftliche Kohlevergasung soll die Austrittstemperatur des Heliums aus dem Hochtemperaturreaktor auf 900 ... 950° erhöht werden. Dieser Temperaturbereich ermöglicht die Spaltung des Methans nach der Reaktion.



Diese Reaktion wurde mit Erfolg in der Einrohr-Versuch-Anlage (EVA) durchgeführt. Das auf hohem Temperaturniveau entstehende Gasgemisch wird durch Wärmeabgabe, etwa an ein Wasserfermwärmenetz auf dessen Temperatur abgekühlt und nach Kompression auf etwa 70 bar über Ferngasleitungen transportiert.

Im Fernheizwerk eines Ballungsgebiets wird es in einer Methanisierungsanlage, die Stand der Technik ist (Lurgi), unter Abgabe der genannten Wärmemenge rekombiniert. (Im Institutsjargon wurde dieser Prozeß wegen der Komplementarität zum Spaltrohr mit ADAM bezeichnet (Prof. Schulten)). Das dabei entstehende Wasser wird nicht zurücktransportiert. Die Wirkungsgrade beider Schritte werden einschließlich Transport zu je etwa 90% abgeschätzt, so daß ein Gesamtwirkungsgrad von mehr als 75%

Tab. 4

in Aussicht gestellt werden kann, was erheblich über den heute erreichbaren Wirkungsgraden für Heizung liegt.

Der Nutzen dieses Systems liegt jedoch nicht nur im wirtschaftlichen, sondern insbesondere im Umweltbereich (keine Emission) und in der Tatsache, daß kein Kohlenstoff verbraucht wird.

Als jährliche Nutzungsdauer einer so einseitigen Anlage wird normalerweise höchstens 3000 h erreicht. Sie kann auf wirtschaftlichere Werte erhöht werden, wenn zusätzlich zu dem geschlossenen Gaskreislauf ein offener Betrieb für das Gasgemisch als Rohstoff zugelassen wird. Die Möglichkeit des Methanols als ein daraus herzustellendes Produkt und potentiell Substitutionsprodukt für Kfz-Brennstoffe gelten wegen der idealen zeitlichen Ergänzung (Verbrauchsmaxima für Wärme und Kfz-Brennstoffe liegen komplementär) als besonders reizvoll.

Beck 73

Das Gesamtpotential (in Mio to SKE einzusparenden Heizöls hängt wesentlich von der Kostenstruktur herkömmlicher Fernheizwerke ab : Sie setzen eine untere Besiedlungsdichte von 2800 E/km und Wärmeverbrauchsichte von etwa 156 Gcal/km² voraus, die nur in Stadtkernen oder anderen dichtbesiedelten Gebieten gegeben ist.

Welcher Anteil der Bevölkerung hiermit erfaßbar ist, sollte ausführlich analysiert werden. Erste Schätzungen belaufen sich auf 42% des Gesamtwärmebedarfs, der so gedeckt werden könnte. ^{†)}

Inwieweit die Bevölkerung der in dünner besiedelten Gebieten mit Elektrizität, Mineralöl, Flüssiggas oder über Brennstoffzellen mit Heizenergie wirtschaftlich versorgt werden wird, ist ebenfalls zu analysieren.

Das Potential von ADAM und EVA, d.h. Energieaufwand zur Methanspaltung unter Substitution von 75 Mio to Heizöl (als Faustzahl) die sich auf 6 Monate verteilen, aber einem Heizwerkbetrieb von 8000 h/a (durch Abgabe der zusätzlich erzeugten Gase an die chemische oder Rohstoffindustrie) liegt bei etwa 200 GW_{th}.

Allein dieses Potential rechtfertigt eine gezielte Erschließung des Helium - Temperaturbereichs von 900 bis maximal 950^oC, d.h. Lösung der zugehörigen Werkstoffprobleme für Wärmetransport und -Tauscher.

Die angedeuteten weiteren Anwendungsgebiete dieses Temperaturbereichs, d.h. das hohe Assessment dieser Arbeit, rechtfertigt den großzügigen, gezielten Miteinsatz.

Hier müssen jedoch systemanalytische Studien weitere Vorabklärungen liefern und Entscheidungsexperimente herausstellen (essentials).

nach : Kugeler, K. Persönliche Mitteilung

^{†)}Aufgrund der heutigen Ölpreise erscheint allerdings eine Versorgung von ~ 90 % der Bevölkerung durch ein <Nukleares> Fernwärmesystem denkbar.

Anlage 5

Betr. : Nutzen - Kosten - Analyse (NKA) in der Energieforschung

Auch in der Energieforschung erhebt sich die Frage, wie wünschbare Entwicklungen der kommenden Jahrzehnte qualifiziert und mit heute einzusetzenden Mitteln erreicht werden können.

Angaben von Experten zur Förderungswürdigkeit langfristig orientierter Energieforschung entstehen meist auf qualitativer Basis und aufgrund von persönlichen Überzeugungen ("feelings").

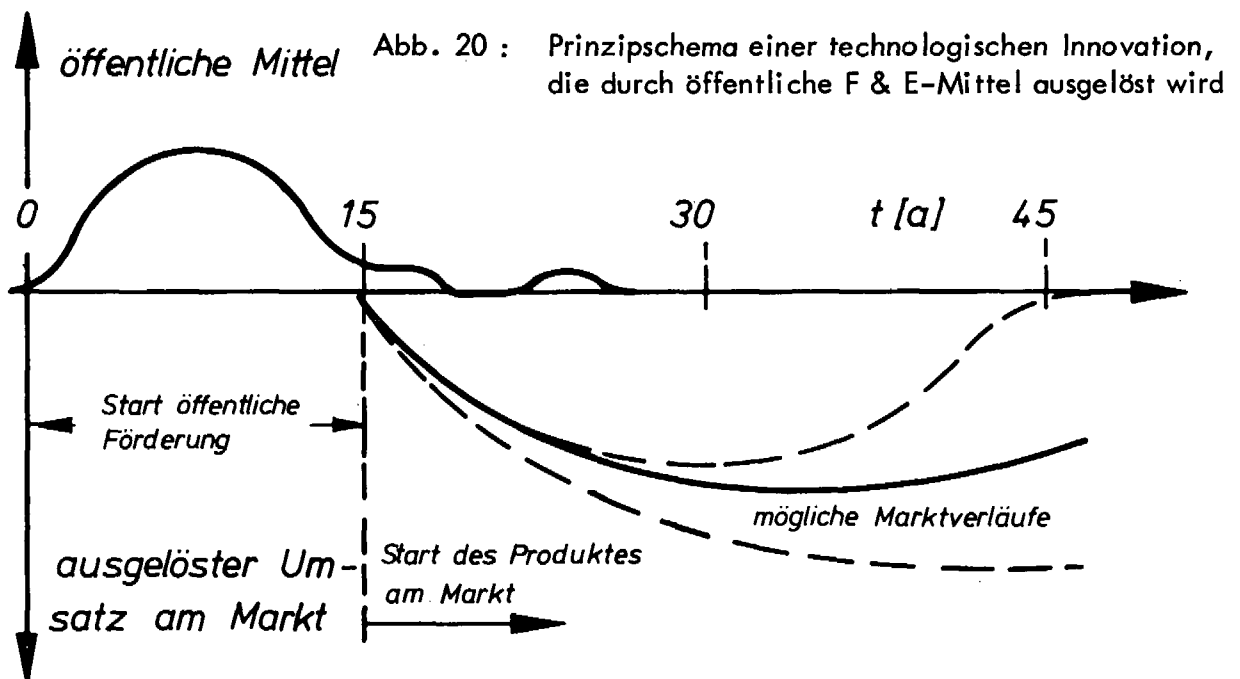
Sie enthalten damit einen hohen Grad von Unsicherheit hinsichtlich Eintrittswahrscheinlichkeit der vorgesehenen Teilergebnisse und insbesondere der erforderlichen Finanzmittel. Die "règle du π " (Ortoli) besagt, daß die nachträglich ermittelten, durch Sachzwänge notwendig gewordenen Kosten bei neuen Technologien wie Raumfahrt, Kerntechnik usw. bis zum dreifachen der Angaben betragen, die der ersten Entscheidung zugrundelagen.

Diese Unsicherheiten sind ein Grund für das Zögern der Privatwirtschaft gegenüber der Inangriffnahme solcher langfristig wirksamen Technologien : Der Staat muß den Anstoß zur Innovation durch bis zu 100%ige Förderung geben.

Nutzen-Kosten-Analysen als formales Verfahren der Entscheidungsvorbereitung sind erheblich erschwert durch den unvollständigen Kenntnis- und Beurteilungsstand ferner Entwicklungen. Sie bieten jedoch methodische Ansätze der Objektivierung durch Eingrenzung des Beurteilungsfeldes.

Als grobe Vorstufe eines solchen Verfahrens läßt sich in Analogie zu einer vergleichbaren Technologie, die hinreichend ähnlich und deren Markteinführung weitgehend erkennbar ist, ein Vergleich etwa zwischen Aufwendung öffentlicher Mittel und den dadurch angeregten Umsätzen vornehmen :

Abb. 20



Die betriebswirtschaftlich notwendige Diskontierung der Rückflüsse wird vernachlässigbar, sofern gleiche Zeiträume und die Forschungsförderung als nicht auf Verzinsung des Kapitals, sondern primär auf Förderung der Innovation abzielend betrachtet wird. Deshalb müssen als Rückflüsse nicht das Steueraufkommen aus der vermarkten Innovation, sondern es kann der Marktumfang selbst gewählt werden.

AtP 73

Als Beispiel werde der Leichtwasserreaktor betrachtet, dessen öffentliche Mittel, je nach Zuordnung bis zu DM 0.5 Mrd betragen und dessen am Markt erzielte Auftragssummen bis 1985 auf etwa DM 60 Mrd abgeschätzt werden (dem stehen Anfangsverluste gegenüber, die mit größenordnungsmäßig DM 1 Mrd beziffert werden). Die herkömmliche Nutzen-Kosten-Analyse würde etwa so lauten: Die Markteinführung der LWR-Technologie ist dadurch gerechtfertigt, daß die Stromerzeugungskosten pro Energieeinheit geringer sind als sie ohne diese Technologie wären oder bei derzeit üblichen Konkurrenzverfahren sind.

Dieser Unterschied betrage pro kWh 0.1 Pfg., was eine gerechtfertigte, wahrscheinlich sogar geringe Annahme ist.

Die nukleare Stromerzeugung betrage im Zeitraum 1971 ... 1986 (2. 15. Jahres-Phase seit 1956) etwa 10^{12} kWh, der Nutzen also etwa 10^7 DM. Er verdoppelt sich in den nächsten fünf Jahren. Unter der Annahme monotoner Weiterentwicklung des LWR-Marktes ergibt sich in weiteren fünf Jahren ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 2...3. Je nach Annahmen lassen sich so verschiedene Verhältniszahlen angeben.

Im Falle des Hochtemperaturreaktors kann nicht auf so "billig" erhältliche Lizenzen zurückgegriffen werden. Dennoch seien auch hier zwei grobe Beispiele aufgegriffen:

1. Für die Einführung des Hochtemperaturreaktors mit Helium-Direkt-Turbine (HHT) wurde im Herbst 1972 die folgende Abschätzung gegeben:

Mit einer Herabsetzung der Installationskosten um 80 DM/kW und einem Anteil an der Zubaurate von 20% in den Jahren ab 1990 ergibt sich binnen 20 Jahren ein Investitions-Kostenvorteil um DM 3 Mrd., dem die damals geschätzten öffentlichen Aufwendungen von 0.6 ... 1 Mrd DM gegenüberstehen.

Ohne eine Diskontierungsrechnung, die hier nicht angemessen scheint, ergibt dies ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von etwa 5.

2. Für den Hochtemperaturreaktor zur Prozeßwärmeerzeugung ist bisher keine Nutzen-Kosten-Analyse bekannt. Argumentiert wird mit dem potentiellen Marktumfang für diesen Reaktoreinsatz, wobei die Zahlenwerte allein für das Jahr 2000 zwischen 10 und einigen Hundert GW_{th} schwanken.

Annahme: Nur die Gaslücke, die heute als minimal ausgewiesen wird, werde mit Hilfe der HTR-Prozeßwärme und Kohlevergasung geschlossen, wobei das Produkt dank des Reaktoreinsatzes nur um 3...4% oder DM 4,-/to SKE billiger werde als konventionelle Wärmeerzeugung.

Beträgt diese Gaslücke integriert bis zum Jahre 2010 800 Mio to SKE so ist der Kostenvorteil etwa DM 3 Mrd., an dem die notwendigen Entwicklungskosten gemessen werden könnten.

Die Zahl der Beispiele ließe sich fortsetzen. Dieses Verfahren bietet damit Anhaltspunkte für Größenordnungen, nicht jedoch Hilfsmittel zur Festlegung absoluter Zahlen.

Anlage 6

Betr. Gletscherkraftwerke

Die Grundidee der Grönländischen Gletscherkraftwerke besteht in der Ausnutzung des sommerlichen Schmelzwassers, das auf einer Fläche von etwa 500000 km^2 in einer Höhe von 1000 bis 3000 m über NN anfällt und bisher ungenutzt ins Meer fließt.

Die potentielle Energie dieser Wassermassen könnte mit angeblich geringem bergbautechnischem Aufwand jährlich mindestens 10 Kraftwerke mit einer Leistung von jeweils 1 ... 2 GW_{el} speisen. Die Leistung kann durch Eingriffe, die als äußerst harmlos dargestellt werden (z.B. Aufstreuen strahlungsabsorbierender Stoffe aufs Eis), um Faktoren von 10 und mehr gesteigert werden, so daß ein Potential von 3 ... 30.10¹¹ kWh/a oder ungefähr 10^{-3} ... 10^{-2} Q/a ansteht.

Abgesehen von den z.Z. kaum übersehbaren ökologischen Effekten durch vermutlich empfindlichen Eingriff in den Wasserhaushalt und damit Wärmehaushalt der Nordhalbkugel stellt sich das Problem des Energietransports analog der Sonnenenergienutzung in den Wüstengebieten : Entfernung zu den heutigen Ballungsgebieten etwa je 2500 km.

Dieses Potential dürfte also kaum für die Elektrizitätsversorgung in der Ferne, möglicherweise aber für stromintensive chemische Umwandlungen oder Rohstofferschließung (Wasserspaltung, Aluminiumschmelze, Magnesiumgewinnung o.ä.) große (lokale) wirtschaftliche Bedeutung erlangen.

nach : Stau 71

Anlage: 7

Betr.: Vergleich zwischen Schnellem Brüter (LMFBR) und Fusionsreaktor, hinsichtlich Nutzenpotential und Radioaktivitätsproblemen

Kernspaltungsbrüter ($U_8 \rightarrow Pu_9, Th, U_3$) und Fusionsbrüter sind sowohl qua Leistung (-spotential) als auch qua radioaktiver Problematik grob vergleichbar, wie die folgenden Abschätzungsdaten zeigen:

- Brennstoffausnutzung: jeweils grob $1 \text{ MWd}_{th}/\text{g Li, U oder Th}$.
- Brennstoffpotential: da der Energiepreis weitestgehend unabhängig von den Brennstoffkosten ist (beim LMFBR etwa $1/1000$), bestimmen die natürlichen Vorräte das Potential. Sie sind für Li um einen Faktor 4 größer als für U + Th, was jeweils praktisch unbegrenzten Energievorrat bedeutet.
- Radioaktives Inventar:
 - an flüchtigen Produkten: etwa $3 \cdot 10^{-2} \text{ Ci/W}_{th}$ (haupts. J - 131)
bzw. $2 \cdot 10^{-2} \text{ Ci/W}_{th}$ (haupts. T)
 - an festen Produkten bei vorsehbaren Leistungsdichten:
jeweils: etwa $2 \dots 3 \text{ Ci/W}_{th}$.
- Freisetzbare Radioaktivität im Störall an flüchtigen Produkten wie wobei I - 131 nach 80 Tagen um einen Faktor 10^{-3} abfällt, während T eine HWZ von 12.6 a hat. Sein Verhalten in der Biosphäre ist weitgehend unbekannt.
- Restradioaktivität nach dem Abschalten erfordert beim Schnellen Brüter eine erheblich längere Nachkühlung, während die Aktivität der Strukturmaterialien des Fusionsbrüters insbesondere bei Verwendung von Niob, zunächst um eine Größenordnung höher, langfristig von gleicher Größenordnung wie beim LMFBR ist.

Plutonium ist kein brüterspezifisches Problem, zumal es bei allen Spaltungsreaktoren anfällt und sinnvoll verwendet werden sollte.

nach: Hae 73

Anlage 8

Betr.: Übersicht über die laufenden oder geplanten Förderungsvorhaben der "öffentlichen Hände"

Im folgenden sind die hier erfaßten Förderungsvorhaben oder Programme der verschiedenen öffentlichen Zuwendungsgeber, F & E - Organisationen sowie Großforschungseinrichtungen, geordnet nach den Aktivitätsbündeln des Zielsystems aufgeführt.

Finanzangaben in Klammern sind Plangrößen, deren Bewilligung bei Abschluß der Erhebungen unmittelbar bevorstand, aber noch nicht endgültig erfolgt war.

Aufwendungen der Großforschungseinrichtungen sind die in der Betriebsabrechnung üblichen Personalkosten einschließlich anteiliger Umlagekosten.

Aufwendungen der DFG für Energieforschung betragen 1971 ... 73 etwa DM 24 Mio, für 1974 sind etwa 10.4 Mio vorgesehen.

Sie wurden nicht dem BMFT zugerechnet.

Euatom-Mittel, die insbesondere beim IPP Garching Teile des F & E-Haushalts decken, sind hier nicht aufgeführt.

Es sei nochmals betont, daß

- Zuordnung von Vorhaben zu den Aktivitätsbündeln des Zielsystems nie eindeutig möglich ist,
- Einige Einzelförderungen sowohl einzeln aufgeführt als auch in den umfassenderen Programmansätzen enthalten sein können,
- die Angaben für 1971 ... 73 häufig nur die Vorhaben enthalten, die noch in 1973 liefen und zum überwiegenden Teil Ist-Angaben sind, obwohl das Jahr 1973 sicher noch nicht überall voll abgerechnet sein dürfte.
- Die Angaben für 1974 und später Plan-Charakter haben und insbesondere beim BMFT unvollständig sind.

Das vorliegende Raster ist Ergebnis eines ersten Ansatzes zur Erfassung eines Querschnittsbereiches. Seine Vollständigkeit und damit sein Wert steigen mit jeder erneuten Anwendung.

5. Abkürzungsverzeichnis

AIF	Arbeitsgemeinschaft Industrielle Forschungsvereinigungen
AZ	Aktenzeichen
BMBW	Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMI	Bundesministerium des Innern
BMRBS	Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
BMWF	Bundesministerium für Wirtschaft und Finanzen
BWK	(Zeitschrift) Brennstoff - Wärme - Kraft
DAVOR	Datenbank für Forschungsvorhaben
DB	Deutsche Bundesbahn
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DFVLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Porz-Wahn
DSR	Dampfgekühlter Schneller Brüter
EF	Energieforschung, Aktivitätsbündel des Zielsystems
EVU	Energie-Versorgungs-Unternehmen
FfE	Forschungsstelle für Energiewirtschaft der Gesellschaft für praktische Energiekunde e.V., München
FhG	Fraunhofer Gesellschaft
GASAG	Gasversorgungsunternehmen in Berlin
GfK	Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe
GfW	Gesellschaft für Weltraumforschung
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH, Geesthacht
HHT	Hochtemperaturreaktor mit Heliumturbine
HRB	Hochtemperaturreaktorbau GmbH, Mannheim und Köln
HTR	Hochtemperaturreaktor
IIASA	Internationales Institut für angewandte Systemanalyse
IPP	Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching
IPT	Institut für Physikalische Technik in der KFA Jülich

IRE	Institut für Reaktorentwicklung in der KFA Jülich
KFA	Kernforschungsanlage Jülich GmbH
KFZ	Kernforschungszentrum der GfK Karlsruhe
LMFBR	= SBR = Schneller Brutreaktor (mit flüssig-Metall-Kühlung)
LMK BW	Kultusministerium des Landes Baden-Württemberg
LMK RP	Kultusministerium des Landes Rheinland Pfalz
LMWF NRW	Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen
LMWMV NRW	Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
LMW&A NS	Ministerium für Wirtschaft und Öffentliche Arbeiten des Landes Niedersachsen
LWR	Leichtwasserreaktor
MHD	Magneto-Hydro-Dynamik
Mio	Millionen
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
Mrd	Milliarden
MWe	Millionen Watt elektrisch
MWth	Millionen Watt thermisch
Pu	Plutonium
Q	Quinquillion BTU (10^{18} British Thermal Units) = Energieeinheit
SKE	Steinkohleneinheit
SNG	Synthetische Natürliche Gase
STE	Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung der KFA Jülich
Th	Thorium
THTR 300	Thorium-Hochtemperaturreaktor mit 300 MWe Leistungsabgabe
U	Uran
UA	Unterabteilung
VDEW	Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e.V.

6. Quellenverzeichnis

- AtP 73 4. Atomprogramm der Bundesregierung vom Okt. 73
- Bar 73 Barnert, H. : Kosten Energie-Übertragung, Strom, Gas; BRD. Interner Bericht, KFA - IRE - 28/73, Nov. 73
- Bec 74 Becker, Walter : FAZ - Blick durch die Wirtschaft, 7. Februar 1974, "Wie spare ich Energie (V)"
- Beck 73 Beck, P. und Goettling, D. : Energie und Abwärme, Erich Schmidt-Verlag 1973
- Ber 72 Bergmann, B. und Krämer, H : Technischer und wirtschaftlicher Stand in der Kraftwirtschaft der BRD, 1. Teil, Jül - 827 - HT, Feb. 72
- Bir 73 Birnbreier, H., Düring, K. et al. : Energieübertragung mit Kryokabeln, Jül-938-TP, März 73
- BMWi 74 Hermann, BMWi : Persönliche Mitteilung, Feb. 74
Angabe enthält Summe der Bundes- und Kohleländer - Aufwendungen für die Jahre 1962 ... 72 für direkte und indirekte Hilfen (Stilllegungs-, Absatz- und Strukturhilfen)
- Bog 71 Bogner, G. und Schmidt, F. : Supraleitende Kabel für Drehstromübertragung, in : Aspekte künftiger Energieübertragung, Studiengesellschaft für Hochspannungsanlagen, Technischer Bericht 227, 1972
- Bör 73 Bömer, B. : Planfeststellungsverfahren, Verlag Gebr. Jänecke, Hannover 1973 (zitiert in FAZ, Blick durch die Wirtschaft, 29. Jan. 74)
- Boh 72 Bohn, T. : Probleme zukünftiger Energieversorgung, BWK 24, Nr. 10, 1972
- Bra 72 Bravord et al. : Energy Expenditure Associated with the Production and Recycle of Metals, ORNL-NSF-EP 24, Nov. 72
- Bro 72 Brookes, L.G. : Energy and Economic Growth, Atoms 173, 7 ... 15, 1972
- Bük 73 Bükler, H., u.a. : Kernenergie und Umwelt, Teil IV, Jül - 929 - HT - WT, KFK - 1366, März 73
- Ebe 73 Ebersbach, K.F. und Layer, G. : Energetische Untersuchungen einer Waschmaschine, BWK 25, 111 ... 116
- E Fa 73 Energy Facts : Prepared for the Subcommittee on Energy of the Committee on Science and Astronautics, 93rd Congr., Ser.H, Nov. 73

- Eic 74 Eickhoff, H.-G. : Technologische und wirtschaftliche Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz des HTR für die künftige Mineralölversorgung der BRD ergeben, Jül - 1017 - RG, Nov. 73
- Eng 73 Engelhard, H.R. : Einsatzmöglichkeiten und Einsatzpotential von HTR in der Industriegruppe Chemie, Jül - 966 - RG, Juni 73
- Eu 73 Energiestatistik der Europäischen Gemeinschaften, Heft 1.2, 1973
- Fich 71 Fichtner Beratende Ingenieure : Wirtschaftliche Aussichten von mit nuklearer Prozeßwärme erzeugtem technischem Wasserstoff, Kurzstudie NT 125, Okt. 1971
- Flo 73 Flohn, H. : Klimaschwankungen und Klimamodifikationen, Fakten und Probleme, DFG Mitteilungen 2/73, 31 ... 40, 1973
- Gnu 73 Gnugesser, E. : Ansätze zur Ermittlung international gültiger Bestimmungsfaktoren für den Strombedarf, BWK 25, 1973, 102 ... 104
- Gol 73 Golan und Salmon, R. : Logistik des Kernbrennstoffes, Atom und Strom 19, 1973, 103 ... 109
- Hae 73 Haefele, W. und Starr, Ch. : A Perspective on the Fusion and Fission Breeders, Preprint, Feb. 1973
- Hae 73,2 Haefele, W. : Energy Systems in : IIASA Planing Conference on Energy Systems, Laxenburg/Österreich 1973
- Hub 71 Hubbert, M.K. : The Energy Resources of the Earth, Sci. Am. 225, Sept. 71
- Jün 73 Jüntgen, H., u.a. : Comparative Investigations into the Kinetics of Coal Gasification . . . , paper pres. at : Gordon. Res.Conf., Jül 2-6, 1973, New Hampton School
- Lötz 74 Lötze : BMWi, persönliche Mitteilung Jan. 1974
- Man 74 Manthey, Ch. : Einsatz von HTR in der Eisen- und Stahlindustrie, Disseration TH Aachen, in Vorbereitung
- Man 74 Manthey, Ch. u.a. : Einsatzmöglichkeiten der Kernenergie ... und Strukturänderungen, Studie im Auftrag des Landes NRW
- Mar 71 Marchetti, C. : Wasserstoff, Universal-Energieträger der Zukunft, Euro-Spectra, 9, 1971, 117 ... 129
- Mea 71 Meadows : Grenzen des Wachstums, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1971

- Nie 73 Niehaus, F. : Langzeitaspekte der Umweltbelastung durch Energieversorgung, Das CO₂ - Problem, KFA-Bericht, in Vorbereitung
- Per 72 "Perry Report" : A Survey of Energy Consumption Projections, A National Fuels and Energy Policy Study, Prepared for US Senate, Serial 92 - 19, 1972
- Per 73 Conservation of Energy, Prepared for the US Senate Committee on Interior and Insular Affairs, Serial 92-18, 1972
- Pet 72 Peter, U. and Rudolph, M. : Energiewirtschaft und Umweltbeeinflussung in der BRD, Bericht der FfE, Sept .72
- Pi 73 Pieper, A. und Hundewadt, J. : Funktion und Bedeutung der Industriellen Gemeinschaftsforschung, Studie im Auftrage des BMWF , Juli 1973
- Pri 70 Prioritätenstudien im Auftrage des BMBW, 1970, siehe etwa Beitrag der Prognos AG : Verfahren zur Planung von Staatsausgaben unter besonderer Berücksichtigung von Forschung und Entwicklung
- REF 74 Rahmenprogramm Energieforschung der Bundesregierung vom Januar 1974
- Rud 73 Rudolph, M. : Vergleich verschiedener Raumheizungssysteme ... BWK 25, 1973, 105 ... 111
- Rud 73,2 Rudolph, M. : Primärenergieaufwand und Schadstoffemission im Stadtverkehr - Modellvergleich zwischen konventioneller und elektrischer Traktion, BWK 25, 1973, 366 ... 370
- Sch 73,1 Schäfer, H. : Energiebedarfsprognosen - Ziele und Möglichkeiten, BWK 25, 1973, 101,2
- Sch 73,2 Schäfer, H. : Fakten zur Energiebedarfsdeckung, Manuskript einer Diskussionsveranstaltung, München, 17.12.1973
- See 72 Seetzen, J. und Ferrari, A. : Ergebnisse der Innovationsforschung in den USA und in Europa, AIESEC-Seminarvortrag, Berlin, Nov. 1972
- Shu 71 Shurr, S.H. : Energy Research Needs, PB - 207 516, NTIS US Dep. of Commerce, Springfield Va 22151, Okt. 71

- Stau 71 Stauber, R. : Gletscherkraftwerke in Grönland,
Verlag Kohlbrunner, Zürich 1971
- Sto 73 Stoy, B. : Energieeinsparen, Warum, wie, wo ?
Umschau in Wissenschaft und Technik, Sept. 73
- Swa 74 Schwarz, H. : HTR und die Standortorientierung der chemischen Industrie.
Dissertation TH Aachen, in Vorbereitung.
- Thi 74 Thissen, H.G. : Sekundärenergieträger, Dissertation TH Aachen,
in Vorbereitung
- TR 73 Technische Rundschau, 19. Nov. 73
- UN 73 United Nations Statistical Yearbook, 1973
- VDEW 73 Die öffentliche Elektrizitätsversorgung 1972
- VIK 71 Vereinigung Industrielle Kraftwirtschaft,
Tätigkeitsberichte 1970/1 und 1971/2
- Voß 73 Voß, A. : Ansätze zur Gesamtanalyse des Systems Mensch -
Energie - Umwelt, Jül. 982, RG, 1973
- Zi 74 Ziemer, A. : c/o Dornier System, Friedrichshafen,
persönliche Mitteilung, Jan. 74

1.01 SYSTEMANALYSE DER ENERGIEENTWICKLUNG

LFD. NR.	REFERAT FÖRD. KENZ.	T H E M A	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FÖRD. BETRAG INSGESAMT	FÖRD. BETRAG 1971 - 1973	FÖRD. BETRAG 1974	FÖRD. BETRAG 1974 - 1976
	LMWF NRW IV A3-03-24	UNTERSUCHUNG DER KRAFTWERKSRESERVE IM VERBUNDSYSTEM				0,114 Mio	
1.02		<u>RATIONELLE ENERGIEENTWICKLUNG IN HAUSHALT UND GEBWERBE</u> AIF-INSTITUT NAME DES INSTITUTS: FORSCHUNGSSTELLE FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT ADRESSE: 8 MÜNCHEN 50, AM BLUTENANGER 71 LEITER: PROF. DR. SCHAEFER, 13 MITARBEITER, DAVON 5 WISS. MIT.					
1.03		<u>SONNENERGIEENTWICKLUNG UND BAUTECHNOLOGIE</u> BMBWS B II 5-800131 VERSCH. VORHABEN ZUR BAUTECHNOLOGIE IM HINBLICK AUF ENERGIEEINSPARUNG FG - 4, IBP NAME DES INSTITUTS: INSTITUT FÜR BAUPHYSIK ADRESSE: 7 STUTTGART-DEGERLOCH, KÖNIGSSTRASSE 74 LEITER: PROF. DR. GÄBLE, 57 MITARBEITER, DAVON 19 WISS. MIT. FG - 16, DBT NAME DES INSTITUTS: DOKUMENTATIONSTELLE ADRESSE: 7 STUTTGART-W., SILBERBURGSTR. 1194 LEITER: DR. WISSMANN, 28 MITARBEITER, DAVON 14 WISS. MIT. FG - 24, WKI NAME DES INSTITUTS: WILHELM-KLAUDITZ-INSTITUT FÜR HOLZFORSCHUNG ADRESSE: 33 BRAUNSCHWEIG, BIENRODER WEG 54 LEITER: PROF. DR. SCHULZ, 42 MITARBEITER, DAVON 13 WISS. MIT. AIF -INST. NAME DES INSTITUTS: FORSCHUNGSINSTITUT FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. MCHN. ADRESSE: 8032 GRÄFELFING, LOCHHAMER SCHLAG 4 LEITER: DR. CAMMERER, 18 MITARBEITER, DAVON 3 WISS. MIT.	SEIT 1970	500.000	350.000		

1.04	ÖFF. ENERGIEBEWUßTUM UND -VERHALTEN								
LFD. NR.	REFERAT FÖRD. KENNZ.	T H E M A	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FÖRD. BETRAG INSGESAMT	FÖRD. BETRAG 1971 - 1973	FÖRD. BETRAG 1974	FÖRD. BETRAG 1974 - 1976		
	BMI	AUFKLÄRUNG DER BEVÖLKERUNG	AB 1974			0.06 Mio			
	BMI	VERBRAUCHERVERHALTEN IM HINBLICK AUF RATIONELLEN ENERGIEEINSATZ	AB 1974			0.06 Mio			
1.05	<u>WIRKUNGSRADERHÖHUNG BEI ENERGIEWANDLUNG UND -NUTZUNG</u>								
	DFG - 61	SONDERFORSCHUNGSBEREICH 61 "STRÖMUNGSPROBLEME IN DER ENERGIEWANDLUNG"	SEIT 1961		5,5 Mio	2,5 Mio			
	IM WV NRW III/A2-50-00	VERWERTUNG VON UNGEREINIGTEM KOKSOFENGAS	SEIT 1972		0,36 Mio**	0,18 Mio			
	IM WV NRW III/A2-50-00	KOKSGASZERSTÄUBUNG VON HEIZÖL S	SEIT 1969		0,3 Mio	0,07 Mio			
	IMK BW H 2000/339/DFG 157	SONDERFORSCHUNGSBEREICH 157 ENERGIEERZEUGUNG UND UMWANDLUNG	SEIT 1973		0,34 Mio	1,1 Mio			
	DFG	SCHWERPUNKT "WÄRME U. STOFFÜBERTRAGUNG BEI PHASEN-UMWANDLUNGEN	AB 1974		./.	1,3 Mio			
	DFVLR	ENERGIEAUFBEREITUNG, SPANNUNGSWANDLUNG			2.06 Mio	1,13 Mio	3,16 Mio		
	AIF-INSTITUT	NAME DES INSTITUTS: ELEKTROWÄRME-INSTITUT ESSEN e.V. ADRESSE: 43 ESSEN, BEETHOVENSTR. 32 LEITER: DIPL.-ING. HECKER, 51 MITARBEITER, DAVON 9 WISS. MIT.							
	AIF-INSTITUT	NAME DES INSTITUTS: GASWÄRME INSTITUTE ESSEN e.V. ADRESSE: 43 ESSEN-BORBECK, HAFENSTR. 101 LEITER: O.PROF.DR.ING. KREMER, 35 MITARBEITER, DAVON 5 WISS. MIT.							

STAND: 31.12.1975

1.06 INDUSTRIELLE WÄRME- UND ROHSTOFFRÜCKGEWINNUNG							
ILFD. NR.	REFERAT IFOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
1	307 8CT0013	RECYCLING VON SONDERABFÄLLEN; DARGESTELLT AM BEISPIEL DES INDUSTRIALISIERTEN WIRTSCHAFTSRAUMES NORDWUERTTEMBERG/NORDBADEN	1973 - 74	478.900	300.000	178.900	178.900
2	307 8CT0057	AUFBEREITUNG UND VERARBEITUNG VON REST- UND ABFALLSTOFFEN IN DER STAHLINDUSTRIE	1973 - 75	3.033.613	876.650	1.489.373	2.156.963
ZWISCHENSUMME				3.512.513	1.176.650	1.668.273	2.335.863

⊗

BMI	WEITERVERWENDUNG UND WEITERVERWERTUNG VON ABFÄLLEN (RECYCLING)				
ALF-INSTITUT	NAME DES INSTITUTS: FORSCHUNGSINSTITUT DER FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT EISENHÜTENSCHLACKEN ADRESSE: 414 RHEINHAUSEN, BLIERSHEIMER STR.62 LEITER: PROF.DR. BLUNK, 41 MITARBEITER, DAVON 9 WISS. MIT.				

2.01 ENERGIE UND OEKOSPHAERE: UMWELTSCHUTZTECHNIK (OHNE VERKEHR)										STAND: 31.12.1973	
LFD. NR.	REFERAT	THEMA	LAUFEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976				
	FOERD. KENZ.										
3	303 STCSH501	AUSARBEITUNG EINES VORFLUTERLASTPLANES FÜR DIE BESEITIGUNG RADIOAKTIVER ABWASSER AUS KERKRAFTWERKEN IN DIE DONAU	1965 - 72	761.408	310.200	0	0				
4	307 BCT0019	PROGRAMM-STUDIE FÜR DIE MITTELFRISTIGE PLANUNG VON F+E-ARBEITEN AUF DEM GEBIET UMWELTFREUNDLICHE TECHNIK - VERFAHREN UND PRODUKTE	1973 - 74	170.000	100.000	70.000	70.000				
ZWISCHENSUMME				931.408	410.200	70.000	70.000				
2.02 ENERGIE UND KLIMA											
KFZ KARLSRUHE		UMWELTSCHUTZFORSCHUNG			7.6 Mio	4.7 Mio	14.4 Mio				
BMI III A185	PhG-13,IRM	TROCKENKÜHLTURM ZUM THTR 500	AB 1974			4 Mio	7.5 Mio				
		NAME DES INSTITUTS: INSTITUT FÜR RADIONOMETEOLOGIE UND MARITIME METEOROLOGIE ADRESSE: 2 HAMBURG 13, BINDERSTR. 22 LEITER: DR. JESKE, 56 MITARBEITER, DAVON 11 WISS. MIT.									

2.04 LEISTUNGSPLAN WASSER, SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT

STAND: 31.12.1973

ILFD. NR.	REFERAT (FOERD.-KENNZ.)	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BEIRAG INSGESAMT	FOERD.-BEIRAG		FOERD.-BEIRAG 1974	FOERD.-BEIRAG 1974 - 1976
					1971 - 1973	1973 - 75		
5	307 BCT0026	PROGNOSTISCHES MODELL DER WASSERGÜTEBEWIRTSCHAFTUNG AM BEISPIEL DES NECKARS	1973 - 75	1.877.150	600.000	1.170.000	1.277.150	
ZWISCHENSUMME				1.877.150	600.000	1.170.000	1.277.150	

BMI	BEWIRTSCHAFTUNG DER GEWÄSSER (PROGNOSESTUDIEN MATH. MODELLE, DATENSAMMLUNG, PLANUNGSMETHODEN)		1973 - 74	0.5	0.5
DFG - 82	SONDERFORSCHUNGSBEREICH 82 "SIEDLUNGSWASSERBAU"		SEIT 1971	4,3 Mio	2,5 Mio
BMI	VERSCHIEDENE ENERGIERELEVANTE VORHABEN ZUM GEWÄSSERSCHUTZ		1973 - 74	500.000	500.000
Fhg - 22,DZw	NAME DES INSTITUTS: DOKUMENTATIONSZENTRALE WASSER ADRESSE: 4 DÜSSELDORF N, ROCHUSSTR. 36 LEITER: DIPL.ING.HÜBNER, 13 MITARBEITER, ; DAVON 4 WISS.MIT.				

STAND: 31.12.1973

ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG		FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
					1971 - 1973	1974	
6	307 NT00008	STUDIE: NEUE TECHNOLOGIEN DER ABFALLEBESEITIGUNG	1972 - 73	358.091	358.091	0	0
7	522 NT00111	KONZEPTUNTERSUCHUNG UND DURCHFUEHRBARKEITSTUDIE FUER EIN UMWELTFREUNDLICHES, WIRTSCHAFTLICHES, NEUES MUELLSAMMEL- UND TRANSPORTSYSTEM	1973 - 74	178.900	90.000	88.900	88.900
8	522 NT00117	SOZIO-OEKONOMISCHE KONSEQUENZEN DER ENTSORGUNGSPROBLEME EINER WIRTSCHAFTSREGION AM BEISPIEL DES WIRTSCHAFTSRAUMS HAMBURG	1973 - 75	275.240	34.000	138.000	241.240
9	522 NT00118	ZUKUNFTIGE VER- UND ENTSORGUNGSSYSTEME	1973 - 74	98.000	50.000	48.000	48.000
ZWISCHENSUMME				910.231	532.091	274.900	378.140

2.05 KOMMUNALE UND INDUSTRIELLE ENTSORGUNG

2.06 UMWELTFREUNDLICHE ROHMATERIALGEMINNING		STAND: 31.12.1973					
ILFD. NR.	REFERAT FUERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976	
10	303 NT00028	EMISSIONSARME VERHUETTUNG VON EISERNEN MITTELS DIREKTREDUKTION AUF DER BASIS UMGEBRANNTER PELLETS.	1972	8.444.000	5.300.000	3.144.000	3.144.000
11	303 NT00031	INDUKTIONSOEFEN FUER DIE EMISSIONSARME STAHLERZEUGUNG	1972 - 75	1.068.000	468.000	300.000	600.000
12	303 NT419	TECHNISCHE UND METALLURGISCHE ENTWICKLUNG DES ELEKTRO-SCHLACKE-UMSCHMELZ-(ESU)-VERFAHRENS ZUR ERZEUGUNG VON SCHWEREN SCHMIEDEBLÖCKEN	1971 - 73	4.478.000	3.478.000	1.000.000	1.000.000
ZWISCHENSUMME				13.990.000	9.246.000	4.444.000	4.744.000
	BMI	UMWELTRELEVANTE ASPEKTE EINER RESSOURCENPOLITIK	1974			80.000	

2.07 ENTSCHWEFELUNG VON OEL UND RAUCHGASEN

STAND: 31.12.1973

ILFD. NR.	REFERAT IFOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
					1971 - 1973	1974	1974 - 1976
13	303 BCT0063	ENTWICKLUNG EINES VERFAHRENS ZUR HERSTELLUNG SCHWEFELARMER SCHWERER HEIZOELE	1973 - 75	1.700.000	680.000	496.000	1.020.000
ZWISCHENSUMME				1.700.000	680.000	496.000	1.020.000
	BMI III A66	ENTSCHWEFELUNG VON KRAFTWERKSKOEHLE	1967 - 75	2.000.000	1.069.175	314.850	
	BMFT BCT 8	AUSARBEITUNG EINER SYSTEMANALYSE FÜR VER- FAHREN ZUR ENTSCHWEFELUNG VON BRENNSTOFFEN UND RAUCHGASEN	1973 - 74		287.000	123.000	
	BMI	ANWENDUNG DES SULFACIDVERFAHRENS AN EINEM STEINKOEHLEGEFEUERTEN KESSEL	1967 - 70	340.000			
	BMI III A 67	ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES VERFAHRENS ZUR ENTFERNUNG VON H ₂ S AUS KOEHLEDRÜCKVERGA- SUNGSGAS	1970 - 75	3.320.000	1.900.000	815.418	
	BMI III A 63	ERRICHTUNG UND DAUERERPROBUNG EINER PROTOTYP- ANLAGE ZUR RAUCHGASENTSCHWEFELUNG NACH DEM PRINZIP DER BERGBAU-FORSCHUNG	1966 - 75	17.000.000	9.101.321	2.037.475	
	BMI	ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES REAKTORS NACH DEM GEGENSTROM-WIRBELPRINZIP FÜR DIE RAUCHGASENTSCHWEFELUNG	1969 - 72	437.000	167.600		
	BMI III A128	ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINER RAUCHGASREI- NIGUNGSANLAGE NACH DEM SYSTEM HÖLTER FÜR DAS KRAFTWERK WEIHER	1973 - 75	3.800.000	359.280	3.024.900	
	BMI	BESLEITIGUNG DER EMISSIONEN BEIM KOKSDRÜCKEN UND KONTINUIERLICHEN LÖSCHEN VON KOKS	1973 - 75	927.000	43.334	778.000	

LFD. NR.	REFERAT FÖRD. KENZ.	T H E M A	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FÖRD. BEITRAG INSGESAMT	FÖRD. BEITRAG 1971 - 1973	FÖRD. BEITRAG 1974	FÖRD. BEITRAG 1974 - 1976
	BMI	ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES VERFAHRENS ZUM EMISSIONSFREIEN DRÜCKEN VON KOKS AUS HORIZONTALKAMMERÖFEN UND ZUR VERMINDERUNG DER EMISSIONEN BEI LÖSCHVORGANG DURCH EINE KOMBINIERTE WASSERDAMPFLÖSUNG IN EINEM GESCHLOSSENEN BEHÄLTER	1973 - 76	2.100.000	119.333	1.152.000	
	BMI III A 65	ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES VERFAHRENS ZUR ENTSCHEFFELUNG VON ABGASEN UND ABLUFT MIT NIEDRIGEN GEHALTEN AN H ₂ S	1968 - 75		1.050.000	300.000	
	BMI III A 68	WIRTSCHAFTLICHKEITVERGLEICH VON BRENNSTOFF- UND RAUCHGASENTSCHEFFELUNG BEI EINSATZ VON HEIZÖL S IN KRAFTWERKEN	1972 - 73		112.111		
	BMI III A 69	PLANUNG VON VERSUCHSANLAGEN MIT SCHWERÖL-VERGASUNG UND ENTSCHEFFELUNG DES HIERBEI ENTSTEHENDEN GASES VOR DER VERBRENNUNG ZUR ENERGIE-UMWANDLUNG IN STROM UND ODER DAMPF	1972 - 75		130.000	700.000	
	BMI III A 132	ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINER RAUCHGASREINIGUNGSANLAGE NACH DEM SYSTEM HÖLTER FÜR DAS KRAFTWERK WEIHER	1973 - 75		359.280	3.024.900	
	BMI III A 133	UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE AUSWIRKUNG VON EMERGIERZEUGUNG UND -VERBRAUCH AUF DIE UMWELT	1974			95.477	
	BMI III A 171	BAU EINER DEMONSTRATIONSANLAGE ZUR RAUCHGAS-ENTSCHEFFELUNG BEI EINEM STEINKOHLEKRAFTWERK NACH EINEM DEUTSCHEN VERFAHREN FÜR CA. 600 000 Nm ³ /h	ab 1974			1.000.000	
	BMI III A 172	ENTSCHEFFELUNG VON RAFFINERIEABGASEN	1974 - 77			1.000.000	
	BMI III A 173	DIREKTENTSCHEFFELUNG VON SCHWEM HEIZÖL MIT EINEM 2-STUFEN-VERFAHREN	1974 - 75			200.000	
	BMI III A 186	ENTWICKLUNG UND BAU EINER RAUCHGASREINIGUNGSANLAGE ZUR ABSCHIEDUNG VON STAUB, HCl, SO ₂ , SO ₃ , NO _x , HF FÜR EINE SONDERABFALLVERBRENNUNGSANLAGE DER SWD FERNWÄRME GMBH	1973 - 1976			1.200.000	
	BMI III A 187	UMWELTASPEKTE DER WASSERSTOFFTECHNOLOGIE	1974			300.000	

LPD. NR.	REFERAT FÖRD. KENZ.	T H E M A	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FÖRD. BEITRAG INSGESAMT	FÖRD. BEITRAG 1971 - 1973	FÖRD. BEITRAG 1974	FÖRD. BEITRAG 1974 - 1976
	BMI III B 20	ENTWICKLUNG EINER GASREINIGUNGS- UND ENTSTÄUBUNGSANLAGE FÜR EINE GROBVERBRENNUNGSEINRICHTUNG FÜR SCHLAMM UND ÖLE	1974 - 75			105.000	
	BMI III B 23	BESEITIGUNG VON SCHWEFELHALTIGEN ORG. VERBINDUNGEN AUS ABGASEN MITTELS AKTIVEN SAUERSTOFFS	1974 - 76			50.000	
	BMI III B 24	STUDIE ÜBER DEN NO-AUSWURF AUS GROBVERBRENNUNGSANLAGEN EINSCHL. GASTURBINEN FÜR FESTE, FLÜSSIGE UND GASFÖRMIGE BRENNSTOFFE	1974 - 75			150.000	
		ENTSCHWEFELUNG VON MITTELDESTILLATEN	1972		299.700		
		ENTSCHWEFELUNG VON SCHWEREN HEIZÖLEN	1972		71.000		
		ZWISCHENSUMME			14.800.000	16.240.000	

2.08 UMWELTSCHUTZTECHNIK IM VERKEHRSEKTOR

STAND: 31.12.1973

LFZ. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
14	307 NT0205	F+E-ARBEITEN AUF DEM GEBIET DES KATALYTISCHEN ABGASREINIGUNGSVERFAHRENS	1971 - 73	1.690.000	1.690.000	0	0
15	522 NT00018	ENTWICKLUNG EINES KERAMISCHEN TRAEGERMATERIALS FUER KATALYTISCHE ABGAS-ENTGIFTUNGSSYSTEME VON VERBURNUNGSMOTOREN	1972 - 73	329.000	329.000	0	0
16	522 NT00047	UNTERSUCHUNGEN UEBER WIRKUNG UND ZUSAMMENSPIEL VON GEMISCHZUSAMMENSETZUNG, GEMISCHAUFBEREITUNG, ZUENDUNG, ABGASUECKFUHRUNG UND THERMISCH- KATALYTISCHER ABGASNACHBEHANDLUNG IM HINBLICK AUF MINIMALE SCHADSTOFFEMISSION BEI OTTO-MOTOREN	1972 - 76	4.570.000	2.170.000	1.000.000	2.400.000
17	522 NT00058	SCHICHTLADUNGSMOTOR	1972 - 75	1.908.000	908.000	500.000	1.000.000
18	522 NT00062	KATALYTISCHE REINIGUNG VON AUTOABGASEN	1972 - 74	641.000	541.000	100.000	100.000
19	522 NT00064	ULTRASCHALL- KRAFTSTOFFVERNEBELUNGSGERAET	1972 - 74	162.000	80.000	82.000	82.000
20	522 NT00079	UNTERSUCHUNGEN ZUR ABGASVERBESSERUNG VOM PKW-BENZIN-MOTOREN DURCH ANWENDUNG DES MAN-FM-BRENNVERFAHRENS	1973 - 75	225.000	47.000	113.000	178.000
21	522 NT00113	EMISSIONSARMER FAHRZEUGMOTOR AUF DER BASIS DES AD-VIELSTOFFVERFAHRENS	1973 - 76	494.700	184.000	160.800	310.700

2.08 UMWELTSCHUTZTECHNIK IM VERKEHRSSSEKTOR		STAND: 31.12.1973					
ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976
22	522 NT00114	EMISSIONSARMER FARGEUGMOTOR AUF DER BASIS DES AD-VIELSTOFFVERFAHRENS	1973 - 76	876.300	170.000	250.000	706.300
23	522 NT00125	VERMINDERUNG DER SCHAD- UND FESTSTOFFEMISSION VON FAHRZEUGDIESELMOTOREN	1973 - 76	262.300	30.000	85.000	232.300
24	522 NT00134	ARBEITSRAUMBILDENDER KOLBENMOTOR MIT INNERER KONTINUIERLICHER VERBRENNUNG	1973 - 75	1.376.300	176.300	960.000	1.200.000
25	522 NT00135	ARBEITSRAUMBILDENDER KOLBENMOTOR MIT INNERER KONTINUIERLICHER VERBRENNUNG	1973 - 75	1.010.250	160.250	680.000	850.000
26	522 NT0298	ENTWICKLUNG VON KATALYSATOREN ZUR KATALYTISCHEN ENTGIFTUNG VON MOTORABGASEN	1971 - 72	315.000	315.000	0	0
ZWISCHENSUMME				13.859.650	6.800.550	3.930.800	7.059.300
BMI III A...		VERSCHIEDENE VORHABEN ZUR HERABSETZUNG DER EMISSION VON KRAFTFAHRZEUGEN	AB 1970		960.000	1.415.000	

3.00 LANGFRISTPROGNOSEN, SYSTEMANALYSEN, MODELLENTWICKLUNGEN		STAND: 31.12.1973					
LFZ.	REFERAT	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
NR.	IFOERD.-KENNZ.						
27	312 R80791	STUDIE: KUEFTIGER BEDARF AN ELEKTRISCHER ENERGIE UND DESSEN DECKUNG INSBESONDERE MIT HILFE DER KERNENERGIE	1973 - 75	96.500	35.000	47.900	61.500
ZWISCHENSUMME				96.500	35.000	47.900	61.500
	KFZ KARLSRUHE	PROGNOSE, SYSTEMANALYSE, MODELLENTWICKLUNG, (EINSCHL. 2.02, 2.03 SOFERN NICHT 2.01)			5.000.000	3.300.000	11.800.000
	KFA JULICH	SYSTEMTECHNIK ETC.	AB 1974		MARGINAL	1.300.000	24.700.000
	DFVLR	SYSTEMANALYSE, PROGNOSE, MODELLENTWICKLUNG	AB 1974		/.	380.000	2.950.000
	Fhg - 26, ISI	NAME DES INSTITUTS: INSTITUT FÜR SYSTEMTECH- NIK UND INNOVATIONSFORSCHUNG ADRESSE: 75 KARLSRUHE-WALDSTADT, BRESLAUER STR. 40 LEITER: PROF. DR. KRUPP, 19 MITARBEITER, DAVON 14 WISS., MIT.					

STAND: 31.12.1973

3.01 SPEICHERUNG UND VERTEILUNG VON ELEKTRIZITÄT

LFD. NR.	REFERAT FOERD. KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG		FOERD. BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
28	301 NT489	ENTWICKLUNG HOCHZUVERLAESSIGER DRUCKGAS-ISOLIERTER HOCHENERGIE- LEITUNGEN MIT LOESBAREN VERBINDUNGEN ZUR UEBERTRAGUNG ELEKTRISCHER ENERGIE	1973 - 76	502.000	0	160.000	490.000
29	302 NT112	TIEFTEMPERATUR-WAERMEAUSTAUSCHER	1970 - 74	221.000	151.468	0	0
30	302 NT114	FOERDERPUMPE FUER KALTGASE	1970 - 74	300.000	210.000	0	0
31	302 NT115	MESSEN UND REGELN TIEFER TEMPERATUREN	1970 - 74	975.000	730.223	0	0
32	302 NT166	WAERMEISOLIERUNG DURCH SUPERISOLATIONEN	1970 - 73	306.000	172.260	0	0
33	302 NT18	ENTWICKLUNG EINES TECHNISCHEN VERFAHRENS ZUR HERSTELLUNG VON REINSTALUMINIUM FUER DIE KRYOELEKTROTECHNIK, SPEZIELL FUER KRYOMAGNETE	1969 - 72	764.392	307.409	0	0
34	302 NT263	TIEFTEMPERATURTECHNOLOGIE	1971 - 75	4.600.000	1.800.000	1.400.000	2.800.000
35	303 NT106	OPTIMIERUNG SUPRALLEITENDER LEGIERUNGEN IM HINBLICK AUF GUTE VERARBEITUNGS- UND SUPRALLEITUNGSEIGENSCHAFTEN, EINSCHL. HALBZEUOTECHNOLOGIE	1970 - 74	429.000	340.000	0	0

3.01 SPEICHERUNG UND VERTEILUNG VON ELEKTRIZITÄT

STAND: 31.12.1973

ILFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG		FOERD.-BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
36	303 NT414	ENTWICKLUNG VON STUETZ- UND GERAETEISOLATOREN FUER DIE HOCHSPANNUNGS-PREILUFT-TECHNIK AUS EPOXIDHARZEM	1972 - 74	584.000	384.000	200.000	200.000
37	316 NT171	SUPRALEITTKABEL ZUR ENERGIEUEBERTRAGUNG	1970 - 74	3.865.000	3.172.000	0	0
38	316 NT196	UNTERSUCHUNG UEBER KABEL MIT TIEFGEKUEHLTEN LEITERN FUER UEBERTRAGUNGSLEISTUNGEN	1970 - 73	2.397.000	2.397.000	0	0
39	316 NT301	UNTERSUCHUNGEN DER ELEKTROMEN- IONENLEITFAEHIGKEIT UND DER BEWEGLICHKEIT DER LADUNGSTRAGER IN POLYAEHTYLEN	1972 - 74	370.000	300.001	70.000	70.000
40	316 NT302	EINFLUSS DER UMWELT AUF DIE SICHERHEIT UND DIE BEMESSUNG VON ELEKTRISCHEN ANLAGEN ZUR ENERGIEUEBERTRAGUNG	1971 - 74	556.000	406.000	150.000	150.000
41	316 NT303	GRUNDLAGENUNTERSUCHUNGEN ZUR ENTWICKLUNG VON ELEKTRISCHEN GERAETEN FUER ENERGIEUEBERTRAGUNGSANLAGEN MIT HOECHSTEN SPANNUNGEN	1971 - 74	720.000	520.000	200.000	200.000
42	316 NT305	HOECHSTSPANNUNGSGERAETE, PRUEFTRANSFORMATOREN FUER SEHR HOHE SPANNUNGEN UND LEISTUNGEN	1971 - 73	981.000	981.000	0	0
43	316 NT342	PLASMAPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN VON INSTATIONAEREM VORGAENGEN IM GASBLEASENEM SCHALTLICHTBOEGEM	1971 - 73	704.000	704.000	0	0

3.01 SPEICHERUNG UND VERTEILUNG VON ELEKTRIZITÄT

STAND: 31.12.1973

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
44	316 NT343	PLASMAPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHALTVOERGAENGEN UNTER SCHUTZGAS	1971 - 72	60.000	60.000	0	0
45	316 NT420	UNTERSUCHUNG ELEKTRISCHER EIGENSCHAFTEN UND DES DURCHSCHLAGS AN SYNTHETISCHEN REINSTPOLYÄTHYLENEN, INSBESONDERE DIE KLÄRUNG DES EINFLUSSES VON DEFINIERTEN ZUSÄTZEN UND VERUNREINIGUNGEN AUF DIESE EIGENSCHAFTEN	1972 - 76	600.000	150.000	150.000	450.000
46	316 NT443	ELEKTRISCHE MASCHINEN MIT SUPRALEITENDEN WICKLUNGEN	1973 - 75	1.500.000	300.000	500.000	1.200.000
47	316 NT479	ENERGIESPEICHERUNG MIT STATIONÄREN SCHWUNGRADANLAGEN UND EXPERIMENTALSTUDIE BEZÜGLICH ENERGIESPEICHERUNG MIT SCHWUNGRADANLAGE	1973 - 75	357.000	17.000	200.000	340.000
48	316 NT480	ENTWICKLUNG VON STROMRICHTERN ZUM SCHALTEN UND STELLEN IN DER ENERGIE TECHNIK	1973 - 76	1.182.000	0	382.000	1.182.000
49	316 NT481	UNTERSUCHUNG DER WECHSELWIRKUNG VON LEISTUNGSELEKTRONIK UND STROMVERSORGSANLAGEN	1973 - 76	927.000	0	327.000	927.000
50	316 NT482	UNKONVENTIONELLE SCHALTUNGEN FUER STATISCHE SPANNUNGSWANDLER	1973 - 76	1.089.000	0	389.000	1.089.000
51	316 NT488	GRUNDSATZUNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ISOLIERUNG GASGEFUELLTER, VORNEHMALICH SF6-GEFUELLTER ROHRLEITER FUER DIE HOCHSPANNUNGS-ENERGIEUEBERTRAGUNG	1973 - 76	715.000	15.000	200.000	650.000

3.01		SPEICHERUNG UND VERTEILUNG VON ELEKTRIZITÄT			STAND: 31.12.1973		
ILFD. NR.	REFERAT FOERD. KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976
52	316 NT94	STUDIE: PLANUNG EINES FORSCHUNGSZENTRUMS FUER HOECHSTSPANNUNG (FZH)	1970 - 73	168.000	167.999	0	0
ZWISCHENSUMME				24.872.392	13.285.360	4.328.000	9.748.000
	BMW III D4-702800 2229	HOCHSPANNUNGS-GLEICHSTROM-ÜBERTRAGUNG		3.378.000	840.000*		
	BMW III D4-702800 2365	UNTERSUCHUNG DER ELEKTRISCHEN FESTIGKEIT BETAUER ISOLIERSTOFFERFLÄCHEN UND FOLGERUNGEN AUF DIE BETRIEBSSICHERHEIT VON NETZ-TRANSFORMATORENSTATIONEN		129.900	26.200		
	BMW III D4-702800 2505	ISOLIER- UND ANSPRECHVERHALTEN VON HOCHSPANNUNGS-VENTILABLEITERN BEI FREMSCHICHTBEANSPRUCHUNG		83.750	39.800		
	BMW III D4-702800 2507	DIE BEANSPRUCHUNG PRAKTISCHER ISOLIERSTRECKEN MIT SCHALTSTOßSPANNUNG		162.650	70.150		
	BMW/PTB III D4-702800	ENTWICKLUNG VON KRYO-STROMKOMPARATOREN F. D. VERTEILUNG DER ENERGIE IN SUPRALEITUNGSKABELN				K.A.	
	KFA JÜLICH	SUPRALEITUNG	BIS 1973		1.400.000		
	KFZ KARLSRUHE	SUPRALEITUNG			22.500.000	9.300.000	27.000.000
	BMW III D4-702800 2729	ISOLIERVERHALTEN VON HOCHSPANNUNGS-LANGSTABISOLATOREN VERSCH. BAULÄNGE UNTER NATÜRLICHEN FREMSCHICHTBEDINGUNGEN		214.800	131.550		

LEF. NR.	REFERAT FÖRD. KENNZ.	T H E M A	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FÖRD. BEITRAG INSGESAMT	FÖRD. BEITRAG 1971 - 1973	FÖRD. BEITRAG 1974	FÖRD. BEITRAG 1974 - 1976
	BMW1 III D4-702800 2730	DYNAMISCHE BEANSPRUCHUNG VON LEITERSTÜTZPUNKTEN IN HOCHSPANNUNGSANLAGEN		145.500	87.050		
	DFG - 59	"HGÜ" SONDERFORSCHUNGSBEREICH 59	SEIT 1968		3.300.000	900.000	
	DFG	SCHWERPUNKT "HOCHSPANNUNGSFORSCHUNG"	SEIT 1971		2.400.000	2.000.000	
	AIF- INSTITUT	NAME DES INSTITUTS: VERSUCHSFELDER DER FGH. FACHBEREICH I ADRESSE: 68 MANNHEIM 81, HALLENWEG LEITER: DR. ING. SCHNEIDER, 74 MITARBEITER, DAVON 20 WISS. MIT.					
3.03		<u>SPEICHERUNG UND VERTEILUNG VON FLÜSSIGBRENNSTOFFEN, LMG</u>					
	BMW1/PTB III D4-702800	EXPLOSIONSSCHUTZMASSNAHMEN BEI HERSTELLUNG, TRANSPORT, SPEICHERUNG UND VERARBEITUNG VON BRENNBAREN FLÜSSIGKEITEN				K.A.	

3.04 ERZEUGUNG, SPEICHERUNG, TRANSPORT VON WAERME		STAND: 31.12.1973					
ILFD. NR.	REFERAT FOERD. KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976
53	303 BCT0031	FESTIGKEITSVERHALTEN UNTER WEISSGASKORROSION	1973 - 76	162.000	0	54.000	162.000
54	303 BCT0034	KONTROLLE DER CHEMISCHEN ZUSAMMENSETZUNG HOCHWARMFESTER NICKELLEGIERUNGEN IM HINBLICK AUF IHRE GEFUEGESTABILITAET	1973 - 76	136.000	0	48.000	136.000
55	303 BCT0039	UNTERSUCHUNG DER WEISSGASKORROSION VON NICKELLEGIERUNGEN MIT UND OHNE OBERFLAECHENSCHUTZ IN STROMENDEN VERBRENUNGSGASEN	1973 - 76	135.000	0	55.000	135.000
56	303 BCT0040	ELEKTROMENSTRALHSCHWEISSEN VON WARMFESTEN BZW. HOCHWARMFESTEN SCHMIEDE- UND GUSSLEGIERUNGEN	1973 - 76	56.000	0	20.000	56.000
57	303 BCT0046	ENTWICKLUNG EINER PULVERMETALLURGISCHEN VERFAHRENSTECHNIK ZUR HERSTELLUNG VON VORFORHLINGEN AUS HOCHWARMFESTEN LEGIERUNGEN DURCH ISOSTATISCHES WEISSPRESSEN DER PULVER IN KERAMISCHEN BEHAELTERN	1973 - 76	101.000	0	26.000	101.000
58	303 CV43	MEERWASSERENTSALZUNG. TEILPROJEKT: UNTERSUCHUNGEN UEBER SPEZIELLE HEAT PIPES FUER SOLARBEHEIZTE MEERWASSERENTSALZUNGSANLAGEN	1972 - 73	453.300	453.300	0	0
59	303 NT100	ENTWICKLUNG EINES VERFAHRENS ZUR HERSTELLUNG HOCHWARMFESTER LEGIERUNGEN AUF PULVERMETALLURGISCHEM WEGE	1969 - 72	205.500	165.500	0	0

STAND: 31.12.1973

3.04 ERZEUGUNG, SPEICHERUNG, TRANSPORT VON WAERME

LFD. NR.	REFERAT (FOERD. KENNZ.)	THEMA	LAUFZEIT		FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976
			BEGINN ENDE					
60	303 NT101	UNTERSUCHUNGEN ZUR ENTWICKLUNG EINER HOCHWARMFESTEN NICKELLEGIERUNG MIT HOHER ZEITSTANDEFESTIGKEIT UND GUTER STRUKTURSTABILITAET IM TEMPERATURBEREICH VON 900 BIS 1100 GRAD C	1969 - 72		245.200	200.000	0	0
61	303 NT146	UNTERSUCHUNG DES STOFF- UND WAERMEUEBERGANGES BEIM EINSATZ VON GASPLASMEN ALS ENERGIEPRAEGER	1970 - 74		393.000	313.000	0	0
62	303 NT186	ENTWICKLUNG VON KUNSTSTOFFWAERMEAUSTAUSCHERN	1970 - 75		503.000	430.999	65.000	72.000
63	303 NT208	ENTWICKLUNG EINER TECHNOLOGIE ZUR ELEKTROCHEMISCHEN GEMAUERBEITUNG VON KOMPLIZIERT GEFORMTEN BAUTEILEN AUS SCHWER ZU ZERSPANENDEN WERKSTOFFEN, VORZUGSWEISE HOCHWARMFESTE LEGIERUNGEN SOWIE TITAN UND TITANLEGIERUNGEN	1971 - 73		760.000	200.000	0	0
64	303 NT210	ENTWICKLUNG EINER HOCHFESTEN ALUMINIUMLEGIERUNG VOM TYP AL-ZN-MG, WELCHE GUT SCHWEISSBAR UND UNEMPFINDLICH GEGEN SPANNUNGSRISSKORROSION IST	1971 - 73		378.000	378.000	0	0
65	303 NT25	KERAMIK-METALLVERBINDUNGEN MIT VERBESSERTEN MECHANISCHEN UND THERMISCHEN EIGENSCHAFTEN	1969 - 72		357.000	320.000	0	0
66	303 NT413	ENTWICKLUNG VON SILIZIUMNITRID ALS HOCHTEMPERATURWERKSTOFF MIT GUTER THERMOSCHOCK- UND KORROSIONSBESTAENDIGKEIT	1972 - 76		370.000	157.000	100.000	213.000

3.04 ERZEUGUNG, SPEICHERUNG, TRANSPORT VON WÄRME

STAND: 31.12.1973

ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG		FOERD.BETRAG	
				INSGESAM	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
67	303 NT87	ERSCHMELZUNG UND WÄRMVERFORMUNG VOLLAUTOMATISCHER MOLYBDÄN- UND STICKSTOFFHALTIGER WERKSTOFFE UNTER BESONDERER BERUECKSICHTIGUNG GROSSER ABMESSUNGEN	1970 - 72	125.600	124.370	0	0
ZWISCHENSUMME				4.380.600	2.742.169	368.000	875.000
	LMWV III - A 2 STUDIE S. EXTRABLATT	NUKLEARE PROZESSWÄRME	SEIT 1971		20.500.000	18.000.000	65.000.000
	KFA JÜLICH	NUKLEARE PROZESSWÄRME	SEIT 1968		20.800.000	6.800.000	21.400.000
	GFV	WÄRMETRANSPORT, HEAT PIPES, PHASENWECHSELNATERIALIEN			2.500.000	1.100.000	3.200.000
	DFG	NEU					
	BMVg RÜ Fo 5-71-08 00-01	UMWANDLUNG UND SPEICHERUNG VON WÄRME	LAUFEND			K.A.	
	LMWF NRW IV A 3-03-24	NUTZUNG DER KERNENERGIE ZUR VEREDLUNG FOSSILER BRENNSTOFFE, ZUR HERSTELLUNG VON STAHL UND VON CHEMISCHEN PRODUKTEN UND ZUR GEWINNUNG ELEKTRISCHER ENERGIE	SEIT 1969		2.000.000	790.000	
	LMWF NRW IV A 3-03-24	EINSATZMÖGLICHKEITEN DER KERNENERGIE ZUR DECKUNG DES WÄRMEBEDARFS EINER HOCHINDUSTRI- ALISIERTEN REGION UND DIE SICH DAR AUS ERGEBE- NEN STRUKTURÄNDERUNGEN (DURCHGEFÜHRT AM BEISPIEL NORDRHEIN-WESTFALEN)	SEIT 1971		260.000		
	LMWF NRW IV A 3-03-24	ENTWICKLUNG UND ANWENDUNG MATH.MODELLE FÜR DIE ERFASSUNG DER STROMUNGSVORGÄNGE IN GAS- BEHEIZTEN INDUSTRIELLEN FEUERUNGEN	SEIT 1970		69.850		

3.04 ERZEUGUNG, SPEICHERUNG, TRANSPORT VON WÄRME

LMWF NRW IV A 3-03-24	GASAUSTAUSCHBARKEIT BEI GAS-GEBLÄSEBRENNERN	SEIT 1966	151.100		
LMWF NRW IV A 3-03-24	STUDIUM DER MISCUNGS- UND VERBRENNUNGSVORGÄNGE IN DURCHSTRÖMTEN SCHÜTTUNGEN IM HINBLICK AUF DEN ERDGASEINSATZ IN SCHACHTÖFEN	SEIT 1968	148.600		
LMWF NRW IV A 3-03-24	WÄRMEÜBERGANG BEI VERBRENNUNG IN DER GRENZSCHICHT	SEIT 1966	233.100		
LM WWV NRW	FEASIBILITY EINER NUKLEAREN PROZESSWÄRMEANLAGE ZUR KOHLEVEREDLUNG	1973 - 74	950.000	210.000	
DFG -163	SONDERFORSCHUNGSBEREICH 162: NUTZUNG DER KERNENERGIE DES HTR ALS PROZESSWÄRME	AB 1974	2.000.000		
ALF-INSTITUT	NAME DES INSTITUTS: WERKSTOFFWISSENSCHAFTLICHES FORSCHUNGSINSTITUT, INSTITUT FÜR HÄRTEBEI-TECHNIK ADRESSE: 282 BREMEN 77, LESUMER HEERSTR. 32 LEITER: PROF.DR.SCHAABER, 45 MITARBEITER, DAYON 8 WISS. MIT.				

3.05 KOHLEVEREDLUNG: EXTRAKTION, HYDRIERUNG, VERGASUNG STAND: 31.12.1973

ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
					1971 - 1973	1974	1974 - 1976
68	303 NT241	ENTWICKLUNG VON VERFAHREN ZUR UMWANDLUNG FESTER FOSSILER ROHSTOFFE MIT ABWAERME AUS HOCHTEMPERATUR- KERNREAKTOREN. VORABPROGRAMM: GRUNDLAGENUNTERSUCHUNGEN IM LABORATORIUM	1971 - 72	1.670.000	1.670.000	0	0
69	303 NT366	ERSTELLUNG UND BETRIEB EINER GROSSVERSUCHSANLAGE ZUR KONTINUIERLICHEN ERZEUGUNG VON FORMKOKS UEBER HEISSBRIKETTIERUNG	1972 - 76	5.000.000	5.000.000	0	0
70	316 NT399A	ENTWICKLUNG VON VERFAHREN ZUR UMWANDLUNG FESTER FOSSILER ROHSTOFFE MIT WAERME AUS HOCHTEMPERATUR- KERNREAKTOREN	1972 - 75	7.861.000	2.450.000	3.000.000	5.411.000
71	316 NT399B	ENTWICKLUNG VON VERFAHREN ZUR UMWANDLUNG FESTER FOSSILER ROHSTOFFE MIT WAERME VON HOCHTEMPERATUR- KERNREAKTOREN	1972 - 75	9.270.000	4.550.000	2.000.000	4.720.000
ZWISCHENSUMME				23.801.000	13.670.000	5.000.000	10.131.000

LM WMV NRW III/42-50-00	KOHLEVEREDLUNGSVERFAHREN (OHNE NUKLEARE PROZESSWAERME)			(47,6 Mio)	(220 Mio)
LMWF NRW IV A 3-03-24	BERGBAUFORSCHUNG GMBH IN ESSEN-KRAY (INSTITUTIONELLE FÖRDERUNG)		13.550.000	5.000.000	15.000.000
AIF-INSTITUT	NAME DES INSTITUTS: BERGBAU-FORSCHUNG GMBH FORSCHUNGSINSTITUT DES STEINKOHLENBERGBAU- VEREINS ADRESSE: 43 ESSEN-KRAY, FRILLENDORFER STR. 351 LEITER: PROF.DR.W.PETERS, 851 MITARBEITER, DAVON 125 WISS. MIT.				

STAND: 31.12.1973

3-06 BRENNSTOFFSUBSTITUTION IM VERKEHRSEKTOR (NICHTNUKLEAR)

ILFD. NR.	REFERAT IFOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
					1971 - 1973	1974	1974 - 1976
72	316 NT175	GALVANISCHE METALL-LUFT-ZELLEN	1970 - 75	1.153.000	679.124	250.000	450.000
73	316 NT177	METALL-LUFT-BATTERIEN	1970 - 75	2.230.000	990.000	550.000	1.050.000
74	316 NT471	ENTWICKLUNG VON NATRIUM/SCHWEFEL- AKKUMULATOREN	1973 - 77	2.843.000	143.000	700.000	2.100.000
75	316 NT483	NATRIUM/SCHWEFEL-BATTERIE	1973 - 75	718.000	38.000	350.000	680.000
76	316 NT57	GALVANISCHE ZELLEN MIT ORGANISCHEN ELEKTROLYTEN	1969 - 72	457.039	321.479	0	0
77	316 NT58	GALVANISCHE ZELLEN MIT FESTKÖRPER- ELEKTROLYTEN	1969 - 73	563.184	393.248	0	0
78	522 BCT0022	ENTWICKLUNG KOMPAKTER GASGENERATOREN ZUR ERZEUGUNG VON BREMGASEN FUER DEN BETRIEB VON VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN DURCH KATALYTISCHE, RUSSFREIE UMHANDLUNG FLUESSIGER KOHLENWASSERSTOFFE	1973 - 74	2.770.835	435.835	2.335.000	2.335.000
79	522 NT00122	HYBRID-ANTRIEB FUER KRAFTFAHRZEUGE MIT VORWIEGEND INSTATIONAERER BETRIEBSWEISE	1973 - 76	592.070	122.000	233.000	470.070
ZWISCHENSUMME				11.327.128	3.122.686	4.418.000	7.085.070
	BNVG Ru Fo5 71-08 00 - 01	AKKUMULATOREN UND BATTERIESYSTEME			K.A.		
	BNI	BRENNSTOFFSUBSTITUTION	AB 1974			60.000	

STAND: 31.12.1973

3.07 ENTWICKLUNG DER BRENNSTOFFZELLE (STATIONAER)

LFZ. NR.	REFERAT (FOERD.-KENNZ.)	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1971 - 1973	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976
80	316 EDU201	ENTWICKLUNG UND RAU EINES 5KW BRENNSTOFFZELLEAGGREGATES MIT WASSERSTOFFERZEUGUNG DURCH REFORMIERUNG VON KOHLENWASSERSTOFFEN	1968 - 73	4.700.000	1.500.000	0	0
81	316 EDU202	ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES 3,5 KW BRENNSTOFFZELLEN-PROTOTYPAGGREGATES	1968 - 73	4.700.000	3.553.221	0	0
82	316 EDU2031	F+E-ARBEITEN UEBER DIE HERSTELLUNG EINES NEUARTIGEN ELEKTROLYTEN FUER HOCHTEMPERATUR-BRENNSTOFFZELLEN NACH EINEM NEUEN, DIE ZERSETZUNG VON ALKOHOLATEN EINSCHLIESSENDES VERFAHREN	1968 - 72	665.831	248.411	0	0
83	316 NT144	UNTERSUCHUNG DER WIRKUNG VON ELEKTROKATALYSATOREN AUF DEN REAKTIONSABLAUF IN ELEKTROCHEMISCHEN STROMERZEUGERN	1970 - 75	1.706.000	1.057.628	0	0
84	316 NT145	HERSTELLUNG UND UNTERSUCHUNG VON PHTHALOCYANINEN ALS KATALYSATOREN FUER BRENNSTOFFZELLEN	1970 - 73	363.000	363.000	0	0
85	316 NT20	ENTWICKLUNG EINER KONGAS-LUFT- BRENNSTOFFZELLE MIT NICHTHELMETALL- ELEKTRODEN AUS SAUREN ELEKTROLYTEN	1969 - 73	5.168.000	3.231.427	548.379	548.379
86	316 NT293	UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ELEKTROCHEMIE VON METALLELEKTRODEN IN FESTELEKTROLYTEN	1971 - 73	110.000	110.000	0	0

3.07 ENTWICKLUNG DER BRENNSTOFFZELLE (STATIONAER)

STAND: 31.12.1973

ILFD. IMP.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG	FOERD.BETRAG	FOERD.BETRAG
					1971 - 1973	1974	1974 - 1976
87	316 NT294	UNTERSUCHUNGEN UEBER DAS ADSORPTIONSVERHALTEN VON WASSER UND BRENNSTOFFEN FUER SAURE BRENNSTOFFZELLEN AN STOFFEN UNTERSCHIEDLICHER KATALYTISCHER AKTIVITAET MIT HILFE QUANTITATIVESCHER BETRACHTUNGEN UND DEREN EXPERIMENTELLE UEBERPRUEFUNG	1971 - 73	632.000	632.000	0	0
88	316 NT331	F+E-ARBEITEN UEBER KATHODEN FUER EINE EDELMETALLFREIE BRENNSTOFFZELLE MIT SAUREM ELEKTROLYTEN	1971 - 73	993.000	993.000	0	0
89	316 NT332	ENTWICKLUNG DES PROTOTYPS EINER HOCHTEMPERATUR-BRENNSTOFFZELLEMBATTERIE VON 2-3 KW ELEKTRISCHER LEISTUNG	1972 - 74	1.488.000	1.010.000	478.000	478.000
90	316 NT333	F+E-ARBEITEN UEBER NEUARTIGE MATERIALIEN ZUR ELEKTRISCHEN VERBINDUNG DER ELEKTRODEN IN HOCHTEMPERATUR- BRENNSTOFFZELLEN	1971 - 74	602.600	480.860	121.740	121.740
91	316 NT508	PROJEKTBEGLEITUNG. BRENNSTOFFZELLEN UND BATTERIEN	1972 - 74	110.982	65.482	45.500	45.500
92	316 NT93	F+E-ARBEITEN UEBER EINE WASSERSTOFF- LUFT-BATTERIE MIT HYDROPHOBEN ELEKTRODEN UND ALKALISCHEN ELEKTROLYTEN	1970 - 72	674.183	468.607	0	0
ZWISCHENSUMME				21.913.596	13.713.636	1.193.619	1.193.619
	BV7g Ru Fo5 71-08 OO-01	UNTERSUCHUNG AN ZINK-LUFT-AKKUS UND SAURE WASSERSTOFF-LUFT-BRENNSTOFFZELLEN			K.A.		
	BV7g Ru Fo5 71-08 OO-01	EXPERIMENTALSTUDIE UEBER DIE VERWENDUNGSMÖG- LICHKEIT VON GLYKOL ALS BRENNSTOFF IN SAUREN BRENNSTOFFZELLEN			K.A.		
	BV7g Ru Fo5 71-08 OO-01	SAURERESISTENTE ELEKTROKATALYSATOREN FÜR BRENNSTOFFZELLEN			K.A.		

STAND: 31.12.1973

ILFD.-NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG		FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
					1971 - 1973	1974	
93	302	HERSTELLUNG UND FOERDERUNG VON WASSERSTOFFMATSCH	1970 - 73	452.000	452.000	0	0
ZWISCHENSUMME				452.000	452.000	0	0

BHVG Rü Fo5 71-08 00-01	WASSERSTOFF ALS ENERGIETRÄGER			K.A.	
LMK RP V1 Tgb.Nr. 1921	ELEKTROCHEMISCHE SPEICHERUNG VON SONNENERGIE DURCH DRUCKELEKTROLYSE VON SALZWASSER UND NACHFOLGENDE REKOMBINATION DER ELEKTROLYSE-GASE (PROF. JUSTI)			K.A.	
DFVLR	ATOMARER WASSERSTOFF	AB 1972	410.000	190.000	1.420.000

STAND: 31.12.1973

3.09 UEBERKRITISCHE DAMPE- UND GASTURBINEN, HHT

LFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG		FOERD.BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
94	303 BCT0066	VERHALTEN VON TURBINENWERKSTOFFEN UNTER LOW CYCLE FATIGUE	1973 - 76	242.000	0	82.000	242.000
95	303 BCT0067	UNTERSUCHUNG DES VERHALTENS VON GASTURBINEN-GUSSWERKSTOFFEN UNTER SIMULTANEN TEMPERATUR- UND DEHNUNGSZYKLEN	1973 - 76	56.000	0	20.000	56.000
96	312 RB6541	HOCHSCHULARBEITEN ZU FRAGEN DER KONSTRUKTION VON HELIUMTURBINEN IM RAHMEN DES ENTWICKLUNGSPROGRAMMS FUER EINEN HOCHTEMPERATURREAKTOR MIT HELIUMTURBINE IM DIREKTREISLAUF (HHT-PROGRAMM)	1970 - 75	2.276.000	1.353.000	450.000	566.000
97	312 RB6551	HOCHSCHULARBEITEN ZU FRAGEN DER KONSTRUKTION VON HELIUMTURBINEN IM RAHMEN DES ENTWICKLUNGSPROGRAMMS FUER EINEN HOCHTEMPERATURREAKTOR MIT HELIUMTURBINE IM DIREKTREISLAUF (HHT-PROGRAMM)	1970 - 76	3.820.900	1.945.500	524.500	1.555.400
ZWISCHENSUMME				6.394.900	3.298.500	1.076.500	2.419.400
KFA JÜLICH					37.400.000	14.300.000	40.800.000
HHT				SEIT 1970			
4.01	EXPLORATION VON MINERALÖL UND ERDGAS						
	IM W6A NS 264-24.71	UBER DEN EINSATZ VON TENSIDEN ZUR STEIGERUNG DES ENTÖLUNGSRADES VON ERDÖLLAGERSTÄTEN	1973/74		60.000	60.000	
	IM W6A NS 264-24.71	ERKUNDUNG NEUER ENERGIEQUELLEN IN NIEDERSACHSEN	AB 1974			3.550.000	
	IM W6A NS 264-24.71	ENTWICKLUNG NEUER UND VERBESSERUNG BESTEHENDER SEKUNDÄR- UND TERTIÄRVERFAHREN ZUR ERDÖLGEWINNUNG	AB 1974			120.000	

STAND: 31.12.1973

4-02 BERGBAUTECHNISCHE INNOVATION									
LFD. NR.	REFERAT (FOERD. KENZ.)	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976	STAND: 31.12.1973	
98	522 NT00115	SCHNELLFAHRENDE BANDZUEGE (ASBZ)	1973 - 75	3.756.200	400.000	1.500.000	3.356.200		
99	522 NT00116	SCHNELLFAHRENDE BANDZUEGE (ASBZ)	1973 - 76	135.750	18.000	54.000	117.750		
ZWISCHENSUMME				3.891.950	418.000	1.554.000	3.473.950		
	IM WWV NRW III/A2-50-00	...WERDEN VOM LAND NORDRHEIN-WESTFALLEN ZAHLREICHE VORHABEN AUS DEN BEREICHEN "BERG- TECHNIK UND AUFBEREITUNG IM STEINKOHLENBERG- BAU" GEFÖRDERT.				43.500.000	32.200.000	77.300.000	

STAND: 31.12.1973

4.03 WEITERENTWICKLUNG VON WASSERGEKUEHLTEN REAKTOREN

LFD.- NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974
100	312 INRE78	WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE DER LEICHTWASSERREAKTOREN	1973 - 76	5.366.000	2.500.000	1.500.000
						2.864.000
101	312 RB0251	ERRICHTUNG DER HEISSDAMPFREAKTOR- VERSUCHSANLAGE IN GROSSWELZHEIM	1965 - 73	69.800.000	1.000.000	0
102	312 RB0281	ERRICHTUNG DER HEISSDAMPFREAKTORVERSUCHSANLAGE IN GROSSWELZHEIM (BAU- UND NEBENKOSTEN)	1965 - 73	14.000.000	250.000	0
103	312 RB0311	ERRICHTUNG DES KERNKRAFTREAKTORS NIEDERAICHBACH	1965 - 73	130.877.000	10.565.000	0
104	312 RB0611	VERSUCHSPROGRAMM ZUR GEWINNUNG VON ERFahrungen AUS DER BETRIEBSPHASE DES ERSTKERNES DER HDR-PROTOTYPANLAGE (HDR- VERSUCHSPROGRAMM/ERSTKERN)	1969 - 73	3.000.000	2.500.000	0
105	312 RB0631	WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE VON LEICHTWASSERGEKUEHLTEN REAKTOREN. TEILPROJEKT: LEISTUNGSSTEIGERUNG DES KERNKRAFTWERKS LINGEN	1968 - 73	2.615.000	2.022.717	0
106	312 RB0721	FOERDERUNG DER WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE DER LEICHTWASSERREAKTOREN	1971 - 73	8.000.000	6.009.837	1.500.000
						1.990.163
107	312 RB0741	FOERDERUNG DER WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE DER LEICHTWASSERREAKTOREN	1972 - 75	6.000.000	2.975.000	1.240.000
						3.025.000
108	312 RB4511	WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE VON LEICHTWASSERGEKUEHLTEN REAKTOREN	1968 - 73	2.436.000	500.439	0

4.03 WEITERENTWICKLUNG VON WASSERGEKUEHLTEN REAKTOREN		STAND: 31.12.1973					
LFZ. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
109	312 RB4521	WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE VON LEICHTWASSERGEKUEHLTEN REAKTOREN	1968 - 73	2.653.200	1.114.109	0	0
110	312 RB4551	WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE VON LEICHTWASSERGEKUEHLTEN REAKTOREN	1968 - 73	947.000	453.528	0	0
111	312 RB4571	WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE VON LEICHTWASSERREAKTOREN	1969 - 73	5.389.900	4.340.029	0	0
112	312 RB4581	WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE VON LEICHTWASSERREAKTOREN	1971 - 73	753.800	753.800	0	0
ZWISCHENSUMME				251.835.900	34.984.459	4.240.000	7.879.163
KFA JÜLICH					4.300.000	3.100.000	9.500.000
LEICHTWASSERREAKTORENTWICKLUNG							

STAND: 31.12.1973

4.04 GASGEKUEHLTE THERMISCHE REAKTOREN (OHNE PROZESSWÄRME UND HHT)

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
					1971 - 1973	1974	1974 - 1976
113	312 RB0091	ERRICHTUNG EINES 15MWE- ATOMVERSUCHSKRAFTWERKES	1959 - 74	78.400.000	175.000	0	0
114	312 RB0681	ERRICHTUNG DES 300-MWE-THTR-PROTOTYP- KERNKRAFTWERKS (THTR 300)	1970 - 77	458.000.000	289.596.596	41.490.824	41.490.824
115	312 RB6531	ENTWICKLUNGSPROGRAMM FUER HOCHTEMPERATURREAKTOREN MIT HELIUMTURBINE IM DIREKTKREISLAUF (HHT- PROGRAMM)	1969 - 74	4.069.925	2.569.925	100.000	100.000
116	312 RB6561	ENTWICKLUNGSPROGRAMM FUER HOCHTEMPERATURREAKTOREN MIT HELIUMTURBINE GROSSER LEISTUNG (HHT)	1971 - 72	440.000	440.000	0	0
117	312 RB6571	ENTWICKLUNGSPROGRAMM FUER HOCHTEMPERATURREAKTOREN MIT HELIUMTURBINE IM DIREKTKREISLAUF (HHT- PROGRAMM)	1972 - 74	1.768.000	708.167	1.059.833	1.059.833
118	312 RB6581	ENTWICKLUNGSPROGRAMM FUER HOCHTEMPERATURREAKTOREN MIT HELIUMTURBINE IM DIREKTKREISLAUF (HHT- PROGRAMM)	1972 - 74	15.000.000	11.700.000	3.300.000	3.300.000
119	312 RB6591	ENTWICKLUNGSPROGRAMM FUER HOCHTEMPERATURREAKTOREN MIT HELIUMTURBINE IM DIREKTKREISLAUF (HHT- PROGRAMM)	1972 - 74	19.353.000	9.957.000	9.396.000	9.396.000
120	312 RB811	UEBERTRAGUNG DES 1160 MWE HOCHTEMPERATURREAKTOR-KRAFTWERKS DER FIRMA GULF AUF DEUTSCHE VERHAELTNISSE	1972 - 75	15.000.000	6.000.000	5.000.000	9.000.000

4.04 GASGEKUEHLTE THERMISCHE REAKTOREN (OHNE PROZESSWAERME UND HHT)		STAND: 31.12.1973					
ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
121	315 ATT725	STUDIE: ALTERNATIVEN ZUR SCHLIESSUNG DES HTR-BRENNSTOFF-KREISLAUFS	1972	210.000	310.000	0	0
122	315 ATT726	STUDIE: ALTERNATIVEN ZUR SCHLIESSUNG DES HTR-BRENNSTOFF-KREISLAUFS	1972	110.000	110.000	0	0
ZWISCHENSUMME				592.350.925	321.566.688	60.346.657	64.346.657
	LM WWV NRW III/A2-50-00	BETEILIGUNG AN BAU- UND ENTWICKLUNGSFOLGE- KOSTEN FÜR THTR-500	AB 1973		21.000.000	21.000.000	64.000.000

STAND: 31.12.1973

4.05 SCHNELLE BRUTREAKTOREN, FL-METALLKUEHLUNG

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT		FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976
			BEGINN	ENDE				
123	312 RB0321	ERRICHTUNG DER KOMPAKTEN NATRIUMGEKUEHLTEN KERNREAKTORANLAGE	1966 -	73	113.491.000	13.589.357	0	0
124	312 RB0441	SCHNELLES CORE (KMK II) ALS ZWEITES CORE FUER DIE KOMPAKTE NATRIUMGEKUEHLTE KERNREAKTORANLAGE (KMK); PROJEKTIERUNG, HERSTELLUNG UND ZUGEHORIGER UMBAU DER ANLAGE	1968 -	77	88.100.000	25.750.000	10.000.000	19.450.000
125	312 RB0701	BAUZUGEHORIGES F+E-PROGRAMM FUER DAS 280MW-PROTOTYPKERNKRAFTWERK MIT SCHNELLEM NATRIUMGEKUEHLTEN REAKTOR	1971 -	74	96.483.000	90.138.000	6.345.000	6.345.000
126	312 RB0731	ERRICHTUNG DES 280 MW-SNR-PROTOTYP- KERNKRAFTWERKS (SNR-300)	1970 -	79	870.500.000	111.934.000	139.638.000	560.138.000
127	312 RB0761	VERSUCHSPROGRAMM FUER DIE KOMPAKTE NATRIUMGEKUEHLTE KERNREAKTORANLAGE (KMK)	1972 -	74	7.600.000	4.300.000	3.300.000	3.300.000
128	312 RB0821	VORBEREITENDE ARBEITEN ZUR PROJEKTIERUNG EINES DEMONSTRATIONSKRAFTWERKS MIT EIMEM- NATRIUMGEKUEHLTEN SCHNELLBRUTREAKTOR GROSSER LEISTUNG (SNR-2), SNR- FOLGEPROGRAMM	1973 -	75	4.410.000	2.490.000	1.410.000	1.920.000
129	312 RB3411	PROJEKTIERUNG UND ZUGEHORIGE ENTWICKLUNG EINES NATRIUMGEKUEHLTEN SCHNELLBRUTERKERNREAKTORS	1966 -	72	17.500.000	782.500	0	0
ZWISCHENSUMME					1.198.084.000	248.983.857	160.693.000	591.153.000

4.05 SCHRNELLE BRUTREAKTOREN, FL-METALLKÜHLUNG							
LFD. NR.	REFERAT FÖRD. KENZ.	H E M A	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FÖRD. BETRAG INSGESAMT	FÖRD. BETRAG 1971 - 1973	FÖRD. BETRAG 1974	FÖRD. BETRAG 1974 - 1976
	KFZ KARLS- RUHE	SCHNELLBRÜTER-EINSCHL. BE + BRUTELEMENT ENTWICKLUNG			190.500.000	74.400.000	213.000.000
4.06 NUKLEARE SCHIFFSANTRIEBE							
	GKSS GEEST- HACHT	ENTWICKLUNG VON SCHIFFSREAKTOREN			82.000.000	22.000.000	96.000.000

4.07 REAKTORSPEZIFISCHE BAUTECHNOLOGIE										STAND: 31.12.1973	
LFZ. NR.	REFERAT (FOERD.-KENNZ.)	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1971 - 1973	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976				
130	303 STSCM600	STUDIE: RADIOAKTIVE UMWELTBELASTUNG IN DER BRD DURCH AUS KERNREAKTOREN UND WIEDERAUFBEREITUNGSANLAGEN FREISETZTES TRITIUM, KR 85, J 129, J 131 UND XE 133 IM NAECHSTEN JAHRHUNDERT	1972	428.000	34.300	0	0				
131	312 RB0711	STUDIE: DIE BEDEUTUNG DER KERNENERGIE FUER DIE DECKUNG DES WELTENERGIEBEDARFS; ASPEKTE FUER DIE KERNENERGIEENTWICKLUNG IN DER BRD	1971 - 72	146.750	146.750	0	0				
132	312 RK011	F+E VON SPANNBETON-REAKTOR-DRUCKBEHAELTERN	1969 - 73	2.124.402	1.926.431	0	0				
133	312 RK031	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON-REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1969 - 72	1.660.902	1.322.901	0	0				
134	312 RK041	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON-REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1969 - 72	1.768.316	1.150.740	0	0				
135	312 PK051	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON-REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1969 - 72	575.955	514.976	0	0				
136	312 RK061	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON-REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1969 - 72	748.450	423.100	0	0				
137	312 RK071	GUTACHTEN: UEBERWACHUNG UND KOORDINIERUNG DER IM KAHMEN DES GRUNDSATZPROGRAMMS DER DEUTSCHEN F+E FUER SPANNBETON-REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB) GEFORDERTEN VORHABEN	1970 - 74	354.000	274.000	70.000	70.000				

4.07 REAKTORSPEZIFISCHE BAUTECHNOLOGIE										STAND: 31.12.1973	
ILFD. INR.	REFERAT	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1971 - 1973	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976				
138	312 RK091	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON- REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1971 - 72	60.900	60.900	0	0				
139	312 RK141	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON- REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1972 - 73	134.080	134.080	0	0				
140	312 RK151	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON- REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1972 - 73	50.000	25.000	25.000	25.000				
141	312 RK201	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON- REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1972 - 73	91.447	91.447	0	0				
142	312 RK811	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON- REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1971 - 72	83.500	83.500	0	0				
143	312 RK821	F+E-PROGRAMM FUER SPANNBETON- REAKTORDRUCKBEHAELTER (SBB)	1971 - 72	181.850	178.950	0	0				
144	315 ATT728	GUTACHTEN: KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE DES PROJETES ACTINIDEN	1972 - 73	160.000	160.000	0	0				
145	315 PU101	F+E-ARBEITEN AUF UEM GEBIET DER PLUTORIUM-TECHNOLOGIE	1968 - 74	33.200.000	16.662.250	1.955.841	1.955.841				
ZWISCHENSUMME				41.768.552	23.189.325	2.050.841	2.050.841				
BML/PTB				UNTERSUCHUNGEN ZUM DYNAMISCHEN VERHALTEN VON VORGESpanNTEN SYSTEMEN UNTER STOSSARTIGER BELASTUNG. TEIL I : EINFACHE MECHANISCHE MODELLE. (REAKTORSICHERHEITSPROBLEME)				(K.A.)			
LM WMV NRW III/A2-50-00				TROCKENKUEHLTURM ZUM THTR 300				AB 1972			
LM WMV NRW III/A2-50-00				VORGESpanNTER GUSSEISENER DRUCKBEHAELTER (VGD)				AB 1972			
								22.500.000			
								250.000			

STAND: 31.12.1973

4.08 NUKLEARE BRENNSTOFFVERSORGUNG, ANREICHERUNG

GLIED- NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974
146	314 ATT2083	BETRIEB DER URANIT UND ENTWICKLUNGSPROGRAMME AUF DEM GEBIET DER URANANREICHERUNG	1970 - 73	70.739.300	60.695.300	0
147	314 ATT2131	ENTWICKLUNG UND PLANUNG VON URANREICHERUNGSANLAGEN MIT GASZENTRIFUGEN	1971 - 74	26.244.931	26.144.931	100.000
148	314 ATT2141	ENTWICKLUNG UND PLANUNG VON URANREICHERUNGSANLAGEN MIT GASZENTRIFUGEN	1971 - 74	77.627.908	77.527.908	100.000
149	314 ATT2173	SPEZIELLES BAUZUGEHÖRIGES F+E-PROGRAMM FUER UTA 25	1973 - 74	25.672.000	20.672.000	5.000.000
150	314 ATT2183	ENTWICKLUNG UND BAU VON URANREICHERUNGSANLAGEN AUF ZENTRIFUGENBASIS IM RAHMEN DES UEBEREINKOMMENS VON ALMELO	1972 - 74	20.190.000	20.190.000	0
151	314 ATT2193	KAUF VON GRUNDSTUECKEN IN ALMELO UND VORBEREITENDE ARBEITEN FUER DIE ERRICHTUNG DER 200 T/A DEMONSTRATIONSANLAGEN ZUR ANREICHERUNG VON URAN NACH DEM GASULTRAZENTRIFUGENVERFAHREN IM RAHMEN DES UEBEREINKOMMENS VON ALMELO VOM 4.3. 1970	1973	8.500.000	8.500.000	0
152	314 ATT2203	URENCO FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROGRAMM 1973	1973	2.176.000	2.176.000	0
153	314 ATT9133	ABFINDUNG FUER GUZ-PATENTE	1973	5.000.000	5.000.000	0

STAND: 31.12.1973

4.08 NUKLEARE BRENNSTOFFVERSORGUNG, ANREICHERUNG

LFD.- NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG		FOERD.-BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
154	314 UR1003	URANEXPLORATIONSPROJEKT DATE CREEK, ARIZONA (USA)	1973	151.000	151.000	0	0
155	314 UR1013	URANPROSPEKTION IN DEN USA MIT UNION PACIFIC MINING COMPANY	1973	900.000	900.000	0	0
156	314 UR1023	URANPROSPEKTION IM RAHMEN DES WYOMING URANIUM JOINT VENTURE ZWISCHEN INEXCO UND URANERZBERGBAUGESELLSCHAFT	1973	993.000	993.000	0	0
157	314 UR2973	URANPROSPEKTION IN BAYERN	1970 - 73	3.052.000	2.035.000	0	0
158	314 UR4273	URANPROSPEKTION IM SCHWARZWALD	1970 - 74	1.295.900	975.000	280.900	280.900
159	314 UR47	ZUSCHUSS ZUR VERSUCHSANLAGE ZUR URANVERARBEITUNG IN ELLWEILER/ RHEINLAND-PFALZ	1966 - 72	3.130.000	1.950.000	0	0
160	314 UR49	FORTSETZUNG DER URANPROSPEKTION IN KANADA; BRINEX-VORHABEN	1968 - 73	11.246.000	2.437.642	0	0
161	314 UR50	URANPROSPEKTION IN DER OBERPFALZ UND ERSTELLUNG EINES ZUSAMMENFASSENDEN BERICHTES SOWIE EINES KARTENWERKES UEBER DIE BISHERIGE URANPROSPEKTION IN BAYERN UND NACHBARGEBIETEN	1967 - 73	396.100	234.200	0	0
162	314 UR573	URANPROSPEKTION IN TOGO	1970 - 73	2.766.650	2.466.650	0	0

4.08 NUKLEARE BRENNSTOFFVERSORGUNG, ANREICHERUNG

STAND: 31.12.1973

LFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT		FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1971 - 1973	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976
			BEGINN ENDE	1971 - 73				
173	314 UR82	URANPROJEKT RABBIT LAKE/KANADA	1971 - 73		9.184.000	9.183.999	0	0
174	314 UR83	BAU EINER LAGERHALLE FUER DAS OFFSET- URAN	1971 - 72		840.000	736.770	0	0
175	314 UR8473	URANPROSPEKTION IN AUSTRALIEN (KIMBERLEY UND WEST-KIMBERLEY GOLD FIELDS)	1971 - 73		3.031.300	3.031.300	0	0
176	314 UR85	PROSPEKTIONSVORHABEN MIT DER ATLANTIC RICHFIELD COMPANY (ARCO) IN DEN USA	1971 - 72		686.000	686.000	0	0
177	314 UR86	ERRICHTUNG EINES FREILAGERS FUER ANGEREICHERTES "OFFSET"-URAN	1971 - 72		54.000	43.967	0	0
178	314 UR8773	URANPROSPEKTION IN DER SCHWEIZ	1972 - 73		343.750	343.750	0	0
179	314 UR8873	WISSENSCHAFTLICHER ERFAHRUNGSAUSTAUSCH DER BUNDESANSTALT FUER BODENFORSCHUNG SOWIE WEITERBILDUNG EINZELNER MITARBEITER IM HINBLICK AUF DIE GUTACHTERTAETIGKEIT BEI DER URANPROSPEKTION	1973 - 74		80.000	40.000	40.000	40.000
180	314 UR89	URANPROSPEKTION IM GEBIET DES DJADOO/ REPUBLIK NIGER	1972 - 74		2.818.300	590.000	1.790.000	2.228.300
181	314 UR9173	URANPROSPEKTION IN DEN ASHBURTON- GASCOYNE GOLDFIELDS, WESTAUSTRALIEN	1972 - 73		1.174.800	1.174.800	0	0

4.08 NUKLEARE BRENNSTOFFVERSORGUNG, ANREICHERUNG										STAND: 31.12.1973	
ILFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976				
163	314 UR6373	URANPROSPEKTION IN OESTERREICH	1970 - 73	4.751.500	4.301.500	0	0				
164	314 UR64	URANPROSPEKTION IN SOMALIA	1970 - 72	1.013.000	249.683	0	0				
165	314 UR6873	URANPROSPEKTION CENTRAL PACIFIC MINERALS (NORTHERN TERRITORY) IN AUSTRALIEN	1973 - 75	1.690.000	490.000	575.000	1.200.000				
166	314 UR69	URANPROSPEKTION IM LANDKREIS KRONACH/ OBERFRANKEN UND WEIDEN/OBERPFALZ	1972	1.467.000	941.000	0	0				
167	314 UR7173	REGIEKOSTEN IM ZUSAMMENHANG MIT URANPROSPEKTIONSVORHABEN	1970 - 75	6.161.100	3.193.000	1.060.600	2.121.100				
168	314 UR7273	REGIEKOSTEN IM ZUSAMMENHANG MIT URANPROSPEKTIONSVORHABEN	1970 - 73	6.095.767	5.233.829	0	0				
169	314 UR73	URANPROSPEKTION BEIM PROJEKT CROSSROADS DER UNION PACIFIC RAILROAD COMPANY/USA	1970 - 72	1.562.000	355.664	0	0				
170	314 UR7473	URANPROSPEKTION IM SCHWARZWALD	1970 - 73	743.000	668.000	0	0				
171	314 UR7773	URANPROSPEKTION IN CANADA, NORTHERN SASKATCHEWAN	1973	278.225	278.225	0	0				
172	314 UR8073	URANPROSPEKTION IN BAYERN	1970 - 73	1.798.000	1.699.000	0	0				

4.08 NUKLEARE BRENNSTOFFVERSORGUNG, ANREICHERUNG

STAND: 31.12.1973

LFD. NR.	REFERAT FOERD. KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG	FOERD. BETRAG	FOERD. BETRAG
					1971 - 1973	1974	1974 - 1976
191	315 ATT212	FINANZIERUNG CENTEC: VERWALTUNGSKOSTEN	1971 - 76	7.200.000	3.780.000	1.710.000	3.420.000
192	315 ATT215	FINANZIERUNG DER URENCO LTD (VERWALTUNGSKOSTEN) UEBER DIE URANIT NBH	1971 - 75	8.100.000	3.200.000	2.100.000	4.900.000
193	315 ATT216	DURCHFUEHRUNG EINER PROJEKTSTUDIE FUER EINE GASDIFFUSIONSANLAGE IM EUROPA	1972 - 73	1.200.000	1.200.000	0	0
194	315 UTA25A	ANKAUF EINES GRUNDSTUECKS IN ALMELO/ NIEDERLANDE ZUR ERRICHTUNG EINER PROTOTYPANLAGE FUER URANANREICHERUNG	1971 - 74	2.077.000	120.781.000	6.185.754	6.185.754
195	315 UTA25B	UTA 25 (URANTRENANLAGE 25 JATO, ALMELO/ NIEDERLANDE)	1971 - 73	14.540.000	0	0	0
196	315 UTA25C	UTA 25 (URANTRENANLAGE 25 JATO, ALMELO/ NIEDERLANDE)	1971 - 73	49.039.000	0	0	0
197	315 UTA25D	BAU DER VERSUCHSANLAGE ZUR URANANREICHERUNG NACH DEM ZENTRIFUGENVERFAHREN (UTA25) IN ALMELO/ NIEDERLANDE	1971 - 73	1.750.000	0	0	0
198	315 UTA25E	BAU DER VERSUCHSANLAGE ZUR URANTRENNUNG 25 JATO IN ALMELO/NIEDERLANDE	1971 - 74	59.560.754	0	0	0
ZWISCHENSUMME				566.955.185	446.389.800	20.469.254	27.253.054
Kfz KARLS- RUHE					26.100.000	10.300.000	28.700.000

4.08 NUKLEARE BRENNSTOFFVERSORGUNG, ANREICHERUNG

STAND: 31.12.1973

LFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG	FOERD.BETRAG	FOERD.BETRAG	FOERD.BETRAG
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
182	314 UR92	URANEXPLORATION MIT DER FA. WESTERN MINING IN WEST-AUSTRALIEN	1972 - 75	13.562.000	11.985.000	1.427.000	1.577.000
183	314 UR9373	URANPROSPEKTION IN ZENTRALAUSTRALIEN IN DEN BUNDESSTAATEN SOUTH AUSTRALIA, NORTHERN TERRITORY UND QUEENSLAND	1973	529.200	529.200	0	0
184	314 UR9473	URANPROSPEKTION IN INDONESIA (VORERKUNDUNG)	1973	146.000	146.000	0	0
185	314 UR9573	URANPROSPEKTION IM SCHWARZWALD	1973	525.000	525.000	0	0
186	314 UR9773	URANPROSPEKTION IN ALASKA	1973	251.000	251.000	0	0
187	314 UR9873	URANPROSPEKTION IM BULLER GORGE UND POROKARI RIVER-GEBIET/WESTCOAST-SOUTH ISLAND/NEW ZEALAND	1973 - 74	164.800	64.800	100.000	100.000
188	314 UR9973	URANPROSPEKTION IM KONGO/BRAZZAVILLE	1973	57.900	57.900	0	0
189	315 ATT210	ENTWICKLUNG UND PLANUNG VON URANREICHERUNGSANLAGEN MIT GASZENTRIFUGEN	1970 - 72	103.150.000	36.513.809	0	0
190	315 ATT211	ANBAU AUF DEM GELAEENDE DER GKT MBH ZUR UMTERBRINGUNG EINES PALETTEN- UND KASKADENVERSUCHSFELDES (PKV)	1971 - 72	1.250.000	1.066.973	0	0

STAND: 31.12.1973

4.09 BRENN- UND BRUTELEMENTENTWICKLUNG

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1971 - 1973	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976
199	312 RB0751	BAUZUGEHÖRIGES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROGRAMM FÜR DAS 280 MWE- PROTYPKERNKRAFTWERK MIT SCHNELLEM NATRIUMGEKÜHLTEM REAKTOR (SNR-300)	1972 - 74	2.000.000	1.700.000	300.000	300.000
200	315 ATT0805A	BESTRAHLUNGSUNTERSUCHUNGEN VON BRENNELEMENTEN DES HALDEN-REAKTORS UND DES VAK KAHL	1969 - 74	1.438.000	1.067.795	5.200	5.200
201	315 ATT0805B	BESTRAHLUNGSUNTERSUCHUNGEN VON BRENNELEMENTEN DES HALDEN-REAKTORS UND DES VAK KAHL	1969 - 74	778.520	49.106	15.000	15.000
202	315 ATT302	STUDIE: TRANSPORTBEHALTER FÜR SCHNELLBRÜETER- BRENNELEMENTE	1970 - 72	586.575	586.575	0	0
203	315 ATT303	ENTWICKLUNG VON TRANSPORTBEHALTERN FÜR RADIOAKTIVE SUBSTANZEN	1970 - 73	1.535.000	1.230.000	305.000	305.000
204	315 ATT4021	1. BESTRAHLUNG VON VERSUCHSBRENNELEMENTEN IM HALDEN- REAKTOR 2. ENTWICKLUNG VOM RECHMERGESTEUERTEN REAKTORBETRIEBS- UND UEBERWACHUNGSSYSTEMEN	1970 - 75	2.720.000	1.433.784	350.000	700.000
205	315 ATT405	HERSTELLUNG VON HOCHTEMPERATUR-MANTEL- THERMALELEMENTEN	1971 - 72	386.000	386.000	0	0
206	315 ATT5012	PRUEFMETHODEN AN GESCHWEISSTEN UND IM REAKTOR BESTRAHLTEN HUELLROHRABSCHNITTEN AUS ZIRCALOY	1969 - 72	264.000	165.550	0	0

4.09 BRENN- UND BRUTELEMENTENTWICKLUNG		STAND: 31.12.1973					
ILFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976
207	315 ATT5033	ZIRCALOY-BANDMATERIAL MIT SPEZIFISCHEN BIEGE- UND TIEFZIEHEIGENSCHAFTEN	1969 - 72	400.000	271.840	0	0
208	315 ATT5074	UNTERSUCHUNGEN DER TECHNOLOGIE DER SONDERMETALLE VANADIUM NIOB RHEINIUM UND DEREN LEGIERUNGEN	1968 - 73	703.000	565.710	0	0
209	315 ATT604	PRODUKTION VON ISOTROPEM GRAPHIT	1969 - 72	2.996.000	839.296	0	0
210	315 ATT607	GRAPHITENTWICKLUNG	1972	885.500	681.000	0	0
211	315 ATT609	ERPROBUNG EINES VERFAHRENS ZUR HERSTELLUNG VON SCHWERWASSER	1970 - 72	535.500	192.305	0	0
212	315 ATT610	ENTWICKLUNGSPROGRAMM REAKTORGRAPHIT	1972 - 73	592.700	585.882	0	0
213	315 ATT613	ENTWICKLUNGSPROGRAMM REAKTORGRAPHIT	1970 - 74	1.323.000	1.300.000	23.000	23.000
214	315 ATT614	FORSCHUNGSPROGRAMM REAKTORGRAPHIT	1972 - 74	5.913.000	5.513.000	400.000	400.000
215	315 ATT615	FORSCHUNGSPROGRAMM REAKTORGRAPHIT	1971 - 72	1.500.000	1.500.000	0	0

STAND: 31.12.1973

4.09 BRENN- UND BRUTHELEMENTENTWICKLUNG

LFD. NR.	REFERAT FOERD. KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG	FOERD.-BETRAG
					1971 - 1973	1974	1974 - 1976
216	315 ATT7013	F+E-ARBEITEN BEI DER HERSTELLUNG UND PRUEFUNG VON KERNBRENNSTOFFEN UND BRENNELEMENTEN	1973 - 74	3.616.000	1.808.000	1.808.000	1.808.000
217	315 ATT703	ENTWICKLUNG VON FERTIGUNGSVERFAHREN FUER PRISMATISCHE KOHLENGRAPHIT- BRENNELEMENTE UND BESTRAHLUNGSTESTS	1968 - 72	1.894.000	545.524	0	0
218	315 ATT7031	COMPACTS FUER DRAGON-TEILCORES	1971 - 72	270.000	270.000	0	0
219	315 ATT7050	F+E-ARBEITEN IM BASISPROGRAMM ZUR TECHNOLOGIE DER KERNBRENNSTOFFE	1969 - 74	2.592.828	1.444.828	450.000	450.000
220	315 ATT7051	BASISPROGRAMM ZUR TECHNOLOGIE DER KERNBRENNSTOFFE	1969 - 72	1.812.600	1.031.612	0	0
221	315 ATT706	HERSTELLUNG VON UO2-PELLETS	1970 - 72	125.123	103.614	0	0
222	315 ATT709	F+E-ARBEITEN ZUR BRENNLEMENT- TECHNOLOGIE VON WASSERREAKTOREN	1971 - 72	2.399.235	2.379.309	0	0
223	315 ATT710	BRENNLEMENT-ENTWICKLUNG	1970 - 72	807.400	807.400	0	0
224	315 ATT711	ZIEH-SINTERVERFAHREN FUER UO2-STAEBE	1971 - 72	200.000	200.000	0	0

STAND: 31.12.1973

4.09 BRENN- UND BRUTELEMENTENTWICKLUNG							
LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
225	315 ATT712	WEITERENTWICKLUNG UND BESTRAHLUNGSVERSUCHE FUER BRENNELEMENTE DER H2O-DRUCKWASSERREAKTOREN (TEIL I)	1970 - 74	565.000	500.095	37.200	37.200
226	315 ATT713	VERSUCHSPROGRAMM ZU KURZZEITIG HOCHBELASTBAREN SIEDEWASSER-REAKTOR- BRENNSTAEBen	1971 - 72	238.400	238.399	0	0
227	315 ATT714	ZIRCALOY-HUELLEHORE VERSCHIEDENER HERSTELLUNGSVERFAHREN	1971 - 73	576.500	576.500	0	0
228	315 ATT7153	BRENNELEMENTENTWICKLUNG FUER H2O- DRUCKWASSERREAKTOREN, TEIL II 1971/1972	1970 - 74	2.946.000	2.855.000	91.000	91.000
229	315 ATT716	VERBESSERUNG UND WEITERENTWICKLUNG DES HERSTELLVERFAHRENS FUER SUR- BRENNELEMENTE	1972	148.500	148.527	0	0
230	315 ATT718	TESTBRENNSTAEBE IN KWO-NORMAL- BRENNELEMENTEN	1971 - 74	168.500	132.500	36.000	36.000
231	315 ATT719	ENDKAPPEN-BUCKELSCHEISSVERFAHREN	1971 - 72	116.500	116.500	0	0
232	315 ATT720	LASTSPRUNG I UND KWH- DIMENSIONSMESSUNGEN	1972 - 73	312.000	312.000	0	0
233	315 ATT721	SONDERBUENDEL 72/I	1972 - 74	330.000	195.000	135.000	135.000

4.09 BRENN- UND BRÜTELEMENTENTWICKLUNG STAND: 31.12.1973

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.-I	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
234	315 ATT723	BRENNELEMENT-FEHLERSTATISTIK UND AUSWERTUNG	1972 - 73	238.000	238.000	0	0
235	315 ATT724	ENTWICKLUNG VON HOCHLEISTUNGSBLOCHELEMENTEN FUER HTR	1972 - 74	6.475.000	5.875.000	600.000	600.000
236	315 ATT727	STUDIE: DESIGN-STUDIE AM MONOLITHISCHEN BLOCK	1972 - 73	236.682	236.682	0	0
237	315 ATT729	UNTERSUCHUNGEN VON ZIRCALOY-2- HUELLEHROHREN	1972 - 73	119.200	119.200	0	0
238	315 ATT730	7X7-SONDERBUENDEL 72/11	1972 - 76	466.000	150.000	150.000	316.000
239	315 ATT731	8X8-SONDERBUENDEL FUER DIE 1. NACHLADUNG DES KMW WUERGASSEN	1972 - 76	1.220.000	850.000	100.000	370.000
240	315 ATT732	AUSLEGUNG VON SWR-BRENNSTAEUBEN	1972 - 75	246.000	126.000	80.000	120.000
241	315 ATT733	KRB/KWL-RAMPEN 72	1972 - 74	568.500	300.500	268.000	268.000
242	315 ATT734	BRENNELEMENTSTATISTIK II	1973 - 75	260.000	150.000	80.000	110.000
243	315 ATT735	WEITERENTWICKLUNG UND BESTRAHLUNGSVERSUCHE FUER BRENNELEMENTE DER DRUCKWASSERREAKTOREN	1972 - 74	2.655.000	1.400.000	1.255.000	1.255.000

4-09 BRENN- UND BRUTELEMENTENTWICKLUNG

STAND: 31.12.1973

LFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG		FOERD.BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
244	315 ATT737	STUDIE: TECHNISCHER UND WIRTSCHAFTLICHER VERGLEICH DER KUGEL- ODER BLOCKELEMENTE FUER HTR-ANLAGEN	1972 - 73	94.865	94.865	0	0
245	315 ATT8011	BESTRAHLUNGSVERSUCH IM HALDENREAKTOR	1971 - 72	215.000	215.009	0	0
246	315 ATT8013	NACHUNTERSUCHUNG DES MZFR-16- STABBUENDELS	1972 - 73	1.606.800	590.195	0	0
247	315 ATT808	BESTRAHLUNGSUNTERSUCHUNGEN VON BRENNELEMENTEN DES HALDEN-REAKTORS UND DES VAK KAHL	1969 - 74	1.140.000	600.000	140.000	140.000
248	315 ATT809	NACHUNTERSUCHUNGEN VON KWO- BRENNELEMENTEN	1971 - 73	1.012.500	1.012.500	0	0
249	315 ATT811	KWL BRENNELEMENT-UNTERSUCHUNGEN	1970 - 72	566.000	565.919	0	0
250	315 ATT812	BRENNELEMENT-ENTWICKLUNG FUER LEICHTWASSERREAKTOREN	1970 - 73	295.800	295.800	0	0
251	315 ATT813	BRENNELEMENT-NACHUNTERSUCHUNGEN VON KRB UND KWL 72/1	1972 - 73	305.000	305.000	0	0
252	315 ATT901	F+RE-ARBEITEN AUF DEM GEBIET DER RUECKFUHRUNG VON PLUTONIUM IN THERMISCHEN REAKTOREN	1968 - 72	8.500.000	1.500.000	0	0

4.09 BRENN- UND BRUTEMENTWICKLUNG										STAND: 31.12.1973	
ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG		FOERD.BETRAG		FOERD.BETRAG		FOERD.BETRAG 1974 - 1976	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976				
253	315 ATT903	PLUTONIUMRUECKFUHRUNG, EINSATZ VON PU- PROTOTYPELEMENTEN IM KWO	1970 - 72	2.867.000	2.867.000	0	0	0	0	0	
254	315 ATT904	RUECKFUHRUNG VON PLUTONIUM IM THERMISCHE REAKTOREN	1971 - 74	13.200.000	9.750.000	3.450.000	3.450.000	3.450.000	3.450.000	3.450.000	
255	315 ATT905	STUDIE: ERRICHTUNG EINES PLUTONIUM- LAGERS IN DER BRD	1971 - 72	241.950	241.950	0	0	0	0	0	
256	315 ATT906	NACHLADUNG KWO 1973	1972 - 73	2.426.000	2.426.000	0	0	0	0	0	
257	315 ATT9083	FERTIGUNG PU-MALTIGER BRENNELEMENTE FUER DIE NACHLADUNG KRB-74	1973 - 74	2.122.000	1.600.000	522.000	522.000	522.000	522.000	522.000	
258	315 ATT9093	KERNDATEN FUER DIE AUSLEGUNG PLUTONIUMHALTIGER BRENNELEMENTE	1972 - 73	95.500	95.500	0	0	0	0	0	
259	315 ATT9103	AUSLEGUNGSARBEITEN PLUTONIUMHALTIGER BRENNELEMENTE FUER DAS KERNKRAFTWERK GUNDREMMINGEN	1972 - 74	600.000	555.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	
260	315 ATT911	VERTRAG ZWISCHEN NUKEM, SCHNELLBRUETER- KERNKRAFTWERKSGESELLSCHAFT MBH UND BMFT ZUR BESCHAFFUNG DES PLUTONIUMS FUER DEN ERSTKERN DES SNR-300	1973 - 76	892.163	380.453	117.660	511.710	511.710	511.710	511.710	
261	315 ATT9123	F+E ZUR REFABRIKATION VON BRENNELEMENTEN	1973 - 74	1.600.000	400.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	
ZWISCHENSUMME				93.940.341	64.673.224	11.963.060	13.293.110	13.293.110	13.293.110	13.293.110	
KFA JÜLICH				HTP-BRENNEMENTWICKLUNG		SEIT 1965	82.400.000	30.500.000	90.800.000	90.800.000	

STAND: 31.12.1973

4.10 BRENNSTOFFKREISLAUF, TRANSPORT, ENDLAGERUNG

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT		FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
			BEGINN ENDE					
262	303 STSCH169	UNTERSUCHUNGEN ZUR LAGERUNG HOCHRADIOAKTIVER ABFAELLE IM STEINSALZLAGERN	1964 - 72		493.158	141.887	0	0
263	303 STSCH506	GEOPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN AN SALZFORMATIONEN IM HINBLICK AUF DIE ENDLAGERUNG RADIOAKTIVER, AUCH HOCHAKTIVER ABFAELLE IN GEOLOGISCHEN KOEERPERN (GEOTHERMIK)	1972		548.881	256.235	0	0
264	303 STSCH549	UNTERSUCHUNG VON RADIIOLYSEGASEN IN SALZVORKOMMEN UND IN DARIN GELAGERTEN VERFESTIGTEN RADIOAKTIVEN ABFAELLEN	1969 - 72		198.900	114.400	0	0
265	303 STSCH557	UNTERSUCHUNGEN UEBER EINE WIRTSCHAFTLICHE OPTIMALE STRATEGIE REI DER ABFALLEBESITZUNG HOCHRADIOAKTIVER STOFFE	1969 - 72		173.900	77.000	0	0
266	303 STSCH587	INGENIEURSTUDIE UEBER EINE ZENTRALE ANLAGE ZUR BEHANDLUNG VON SCHWACH RADIOAKTIVEN ABFAELLEN	1972 - 74		450.000	395.000	55.000	55.000
267	315 ATT138	ERGAENZENDE INVESTITIONEN FUER DIE WIEDERAUFBEREITUNGSANLAGE KARLSRUHE (WAK)	1965 - 73		62.840.000	11.531.400	0	0
268	315 ATT1381	ENTWICKLUNGSPROGRAMM AUF DEM GEBIET DER BRENNSTOFFAUFBEREITUNG IM RAHMEN DER ERRICHTUNG BZW. ERWEITERUNG DER WIEDERAUFBEREITUNGSANLAGE	1969 - 72		7.060.000	5.310.000	0	0

STAND: 31.12.1973

4.10 BRENNSTOFFKREISLAUF, TRANSPORT, ENDLAGERUNG

LFZ. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
269	315 ATT1381K	ERRICHTUNG EINER VERSUCHSANLAGE FUER DIE VERFESTIGUNG VON HOCHAKTIVEM WASTE (VERA) UND EINER ANLAGE FUER DIE LAGERUNG UND VERDAMPFUNG VON HOCHAKTIVEM WASTE (LAVA)	1972 - 73	10.900.000	10.900.000	0	0
270	315 KWA111	AUFARBEITUNG THORIUMHALTIGER KERNBRENNSTOFFE	1970 - 75	3.521.795	1.639.024	407.470	776.135
271	315 KWA119	AUFARBEITUNG THORIUMHALTIGER KERNBRENNSTOFFE	1971 - 73	1.384.000	1.384.000	0	0
272	315 KWA1203	VERFESTIGUNG VON SPALTPRODUKTEN IN KERAMISCHEN MASEN	1973 - 75	344.000	25.000	142.000	319.000
273	315 WA102	EXTRAKTIONSAUFARBEITUNG BESTRAHLTER BRENNELEMENTE	1970 - 73	295.500	188.834	0	0
274	315 WA103	UNTERSUCHUNGEN CHEMISCHER UND PHYSIKALISCHER EIGENSCHAFTEN GESCHMOLZENER SALZE ZUR VERWENDUNG IN DER KERntechnik	1970 - 72	98.500	61.400	0	0
275	315 WA104	SELEKTIVE ABTRENNUNG VON SPALTPRODUKTEN	1969 - 73	1.279.000	791.999	0	0
276	315 WA105	ENTWICKLUNGSARBEITEN ZUR BEHANDLUNG VON HOCHAKTIVEM WASTE AUS REPROCESSING- ANLAGEN-ABTRENNUNG VON TRANSURANEN	1969 - 72	450.000	105.567	0	0
277	315 WA115	WIEDERAUFARBEITUNG THORIUMHALTIGER BRENNSTOFFE	1969 - 72	337.307	261.910	0	0

4.10 BRENNSTOFFKREISLAUF, TRANSPORT, ENDLAGERUNG		STAND: 31.12.1973					
LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976
278	315 WA116A	STUDIE: DIE WEITERBEHANDLUNG ABGEBRANNTER THTR-BRENNELEMENTE	1971 - 73	340.000	340.000	0	0
279	315 WA116B	STUDIE: DIE WEITERBEHANDLUNG ABGEBRANNTER THTR-BRENNELEMENTE	1971 - 72	67.160	67.160	0	0
280	315 WA118	STUDIE: REFABRIKATION VON HOCHTEMPERATUR-REAKTOR-BRENNELEMENTEN	1972 - 73	185.000	185.000	0	0
ZWISCHENSUMME				90.967.101	33.575.816	604.470	1.150.135
	BMW III D4-702 800	RATIONELLER TRANSPORT VON KERNBRENNSTOFFEN (THEORETISCHE UND EXPERIMENTELLE ARBEITEN IM ZUSAMMENHANG MIT TRANSPORTGENEHMIGUNGEN)			K.A.		
	KFA JÜLICH	WIEDERAUFARBEITUNG VON BE			29.100.000	12.600.000	39.100.000
	KFZ KARLS- RUHE	BRENNSTOFFKREISLAUF			21.600.000	19.800.000	59.800.000

STAND: 31.12.1973

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK

ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1973 - 1973	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976
281	313 AT185A	WEITERFUERUNG VON F+E-ARBEITEN AUF DEM GEBIET DER REAKTOR-SICHERHEIT	1964 - 72	12.764.596	7.463.596	0	0
282	313 RS101	FORSCHUNGSPROGRAMM REAKTORSICHERHEIT - DRINGLICHKEITSPROGRAMM 22 NIMOCR 37 -	1972 - 75	6.567.500	4.150.000	1.535.500	2.417.500
283	313 RS102	BETEILIGUNG DER FHG AM FORSCHUNGSPROGRAMM REAKTORSICHERHEIT HIER: LBF-ANALYSE DER BETRIEBSBEANSPRUCHUNGEN AN AUSGEWAHLTEN SYSTEMPUNKTEN DES PRIMARKREISLAUFES ALS GRUNDLAGE FUER SCHWINGESTIGKEITSBETRACHTUNGEN (THEMA 3/4)	1973 - 76	7.230.600	1.138.000	2.604.700	6.092.600
284	313 RS103	PROJEKTSTUDIE: ABTRENUNG VON SPALTEDELGASEN AUS ABGASEN VON WIEDERAUFBEITUNGSANLAGEN DURCH ADSORPTIONSMAESCHE MIT TREON 12	1973	50.000	50.000	0	0
285	313 RS104	UNTERSUCHUNGSPROGRAMM ZUR ERPROBUNG EINER BEKST SICHERUNG FUER REAKTORKOMPONENTEN	1973 - 75	2.094.600	514.145	940.600	1.580.455
286	313 RS106	DIE BERECHNUNG DER ZUVERLAESSIGKEIT GROSSER KOMPLEXER SYSTEME NACH DER METHODE DER RELEVANTEN PFADDE	1973 - 75	89.550	29.850	39.100	59.700
287	313 RS107	VERHALTEN VON ZIRCALOY (ZRY) HUELLEHRENN UNTER DEN BEI KUEHLMITTELVERLUST-STOERFAELLEN AUF TRETENDEN BEANSPRUCHUNGEN	1973 - 75	656.000	164.000	273.000	492.000

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK

STAND: 31.12.1973

ILFD. IMR.	REFERAT FOERD. KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG		FOERD. BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
288	313 RS109	NOTKUEHLPROGRAMM. EINFLUSS DER DMR- UMWAELSCHLEIFEN AUF DEN BLOWDOWN	1973 - 77	9.878.500	3.450.000	990.000	6.448.500
289	313 RS110	UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ZUERLAESSIGKEIT VON DRUCK- UND DIFFERENZDRUCKMESSFORMER UNTER GAU- BEDINGUNGEN	1973 - 74	171.200	60.200	111.000	111.000
290	313 RS14/1	AUFTRAG UEBER DIE WEITERFUEHRUNG DER BURMOUT-MESSUNGEN IM RAHMEN VON SICHERHEITSTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN	1970 - 72	578.865	428.865	0	0
291	313 RS16/1	FORTSETZUNG DER UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE VORGAENGE BEI DER DRUCKENTLASTUNG WASSERGEUEHLTER REAKTOREN. DURCHFUEHRUNG MESSTECHNISCHER VORUNTERSUCHUNGEN	1971 - 72	208.000	208.000	0	0
292	313 RS16/2	F+E-ARBEITEN UEBER DIE VORGAENGE BEI DER DRUCKENTLASTUNG WASSERGEUEHLTER REAKTOREN. MODELLVERSUCHE MIT EINER 11, 2 M HOHEN STAHLBEHAELTER MIT EINBAUTEN	1972 - 75	4.000.000	1.800.847	1.730.000	2.199.153
293	313 RS2	PLANUNG, BAU UND EXPERIMENTELLE ERPROBUNG EINES REAKTORDRUCKBEHAELTERS (VERSUCHSANLAGE IM MASSTAB 1:3) AUS SPANNBETON	1964 - 72	1.630.000	50.418	0	0
294	313 RS21/4	WEITERENTWICKLUNG EINES ANTHROPOMORPHEN SYNCHRON-TELEMANIPULATORS (SYNTELMANN) FUER DEN KERnteCHNISCHEN HILFSZUG (KTH) - BAU EINES KLEINMANIPULATORS	1969 - 73	3.911.100	2.114.174	0	0

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK

STAND: 31.12.1973

LFZ. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
295	313 RS27	ENTWICKLUNG VON ZERSTOERUNGSFREIEN PRUEFVERFAHREN ZUR FEHLERSUCHE IN DICKWANDIGEN BEHAELTERN	1968 - 72	560.000	172.726	0	0
296	313 RS27/1	ENTWICKLUNG VON ZERSTOERUNGSFREIEN PRUEFVERFAHREN ZUR FEHLERSUCHE IN DICKWANDIGEN BEHAELTERN (WIEDERHOLUNGSPRUEFUNGEN AN REAKTORDRUCKBEHAELTERN)	1970 - 72	3.720.985	2.442.180	0	0
297	313 RS27/2-A	ENTWICKLUNG VON ZERSTOERUNGSFREIEN PRUEFVERFAHREN UND DAZU ERFORDERLICHEN EINRICHTUNGEN ZUR FEHLERSUCHE IN DICKWANDIGEN BEHAELTERN	1972 - 75	2.384.240	800.000	980.000	1.584.200
298	313 RS27/2-B	ENTWICKLUNG VON ZERSTOERUNGSFREIEN PRUEFVERFAHREN UND DAZU ERFORDERLICHEN EINRICHTUNGEN ZUR FEHLERSUCHE IN DICKWANDIGEN BEHAELTERN	1972 - 75	969.314	534.275	435.039	435.039
299	313 RS27/2-C	ENTWICKLUNG VON ZERSTOERUNGSFREIEN PRUEFVERFAHREN UND DAZU ERFORDERLICHEN EINRICHTUNGEN ZUR FEHLERSUCHE IN DICKWANDIGEN BEHAELTERN	1972 - 75	1.263.743	442.417	802.583	821.326
300	313 RS27/2-U	ENTWICKLUNG VON ZERSTOERUNGSFREIEN PRUEFVERFAHREN UND DAZU ERFORDERLICHEN EINRICHTUNGEN ZUR FEHLERSUCHE IN DICKWANDIGEN BEHAELTERN	1972 - 75	1.186.350	430.000	450.000	751.350
301	313 RS27/2-E	ENTWICKLUNG VON ZERSTOERUNGSFREIEN PRUEFVERFAHREN UND DAZU ERFORDERLICHEN EINRICHTUNGEN ZUR FEHLERSUCHE IN DICKWANDIGEN BEHAELTERN	1972 - 75	339.900	22.000	204.000	317.900

STAND: 31.12.1973

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK

JLFD. NR.	REFERAT (FOERD.KENNZ.)	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG		FOERD.-BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
302	313 RS31/2	FORSCHUNGSARBEITEN ZUR KONTINUIERLICHEN UEBERWACHUNG DER RISSAUSBREITUNG IN DRUCKBEHAELTERN, 3. TEILPROJEKT: WEITERENTWICKLUNG DER SCHALLEMISSIONSANALYSE IM HINBLICK AUF IHRE ANWENDUNG AM REAKTOR	1971 - 73	2.504.000	2.503.999	0	0
303	313 RS313	FORSCHUNGSARBEITEN ZUR KONTINUIERLICHEN UEBERWACHUNG DER RISSAUSBREITUNG IN DRUCKBEHAELTERN, TEIL IV: WEITERENTWICKLUNG DER SCHALLEMISSIONSANALYSE IM HINBLICK AUF ANWENDUNG AM REAKTOR	1973 - 75	2.515.000	800.000	1.200.000	1.715.000
304	313 RS33	VORBEREITUNG, DURCHFUEHRUNG UND ABWICKLUNG VON SICHERHEITSEXPERIMENTEN IM CONTAINMENT DES KERNKRAFTWERKES MARVIKEN IN SCHWEDEN	1971 - 74	4.300.000	3.211.000	1.089.000	1.089.000
305	313 RS35	KONSTRUKTIVE UND RECHNERISCHE ENTWICKLUNGSARBEITEN AN DRUCKBEHAELTERN IN STAHLBAUWEISE	1969 - 74	1.250.900	470.540	450.200	450.200
306	313 RS36	NOTKUEHLPROGRAMM - NIEDERDRUCKVERSUCHE - VERSUCHE ZUR WIEDERAUFFUELLUNG UND NOTKUEHLUNG DES REAKTORKERNS LEICHTWASSERGEKUEHLTER REAKTOREN NACH GROESSTEM ANZUEHMENDEN UNFALL - BRUCH DES PRIMAERKUEHLSYSTEMS -	1969 - 74	3.127.000	2.839.836	52.163	52.163
307	313 RS36/1	NOTKUEHLPROGRAMM, TEILPROJEKT: DURCHFUEHRUNG THEORETISCHER ARBEITEN, AUSWERTUNG DER FLUTVERSUCHE AM EINROMM UND STABBUENDEL	1972 - 74	305.400	235.399	70.000	70.000

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK

STAND: 31.12.1973

ILFD. IMR.	REFERAT (FOERD.KEMNZ.)	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
308	313 RS36/2	NOTKUEHLPROGRAMM: 1. NIEDERDRUCKVERSUCHE; 2. WIEDERAUFFUELLVERSUCHE MIT BEUECKSICHTIGUNG DER PRIMAERKREISLAUEFE	1973 - 75	3.019.000	267.867	1.465.000	2.751.133
309	313 RS37	NOTKUEHLPROGRAMM. TEILPROGRAMM: HOCHDRUCKVERSUCHE, UNTERSUCHUNGEN DER VORGAENGE IM REAKTORKERN BEI KUEHLMITTELVERLUST UND NOTKUEHLUNG	1969 - 73	4.123.000	4.122.499	0	0
310	313 RS37/1	NOTKUEHLPROGRAMM. TEILPROJEKT: BERECHNUNG DER WÄRMEÜBERGANGSKOEFFIZIENTEN FÜR DIE EINROHR-, VIERSTAB- UND VIELSTABBUENDELVERSUCHE FÜR SWR UND DWERWEITERUNG DER HOCHDRUCKVERSUCHE, UNTERSUCHUNG DER VORGAENGE IM REAKTORKERN BEI KUEHLMITTELVERLUST	1971 - 74	5.040.000	4.125.222	914.778	914.778
311	313 RS37/2	NOTKUEHLPROGRAMM. TEILPROJEKT: BERECHNUNG DER WÄRMEÜBERGANGSKOEFFIZIENTEN FÜR DIE EINROHR-, VIERSTAB- UND VIERSTABBUENDELVERSUCHE FÜR SWR UND DWR	1972 - 74	183.200	50.000	133.200	133.200
312	313 RS45	FESTIGKEITSUNTERSUCHUNGEN AN ROHREN BEI ZUEGIGER UND SCHWELLENDER INNENDRUCKBEAMSPRUEHUNG	1970 - 73	521.000	496.000	0	0
313	313 RS48	THEORETISCHE UND EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN UEBER MODELLGESETZTE FÜR INSTATIONAERE WÄRMEÜBERTRAGUNGSBEDINGUNGEN IN WASSERGEKUEHLTEN REAKTOREN BEI NOTKUEHLUNG	1970 - 74	1.139.000	965.000	174.000	174.000

STAND: 31.12.1973

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG		FOERD.-BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
314	313 RS48/1	UNTERSUCHUNG THERMOHYDRAULISCHER VORGÄNGE SOWIE WÄRME- UND STOFFAUSTAUSCH IN DER CORESCHMELZE	1971 - 75	690.000	462.600	176.000	227.500
315	313 RS50	UNTERSUCHUNG DER VORGÄNGE IN EINEM MEHRFACH UNTERTEILTEN CONTAINMENT BEIM BRUCH EINER KUEHLMITTELLEITUNG WASSERGEKUEHLTER REAKTOREN	1971 - 74	10.895.000	8.708.543	2.186.457	2.186.457
316	313 RS52	EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN AN EINEM EISKONDENSATOR FUER REAKTORSICHERHEITSBETAELTER	1971 - 72	737.000	736.998	0	0
317	313 RS53	VORUNTERSUCHUNGEN ZUM PROGRAMM BERSTICHERHEIT FUER REAKTORDRUCKBETAELTER	1972 - 73	759.700	548.147	0	0
318	313 RS54	UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ANWENDBARKEIT DER ULTRASCHALL-IMPULSSPEKTROMETRIE ZUR VERBESSERUNG DER AUSSAGESICHERHEIT BEI DER MATERIALPRUEFUNG MIT ULTRASCHALL	1972 - 74	463.396	426.996	36.400	36.400
319	313 RS55	VORPROGRAMM ZUM AEG-RAHMENPROGRAMM FUER TECHNISCH ORIENTIERTE VERSUCHE UND UNTERSUCHUNGEN ZUM KERNSCHMELZEN	1971 - 73	600.200	600.200	0	0
320	313 RS58	STUDIE: F+E-ARBEITEN FUER EIN STEREO- FERNSENSYSTEM FUER DEN SYNTELMAN	1971 - 72	55.800	55.800	0	0
321	313 RS61	EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG DES SPROEDBRUCHVERHALTENS VON DICKWANDIGEN ZYLINDRISCHEN BAUTEILEN	1971 - 74	220.000	172.436	47.564	47.564

STAND: 31.12.1973

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK

LFZ. NR.	REFERAT (FOERD.-KENNZ.)	THEMA	LAUFZEIT / BEGINN / ENDE	FOERD.-BETRAG / INSGESAM	FOERD.-BETRAG / 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG / 1974	FOERD.-BETRAG / 1974 - 1976
322	313 RS62	EXPERIMENTE ZUR ERSTELLUNG EINER THEORIE DER WIEDERBENUTZUNG VON HOCHAUFGEHEIZTEN BRENNSTAEUBEN MITTELS ROHRVERSUCHEN	1971 - 74	570.350	528.350	42.000	42.000
323	313 RS63	ERSTELLUNG DES STATUSBERICHTES REAKTORDRUCKBEHALTER	1972 - 74	1.274.347	1.210.429	63.918	63.918
324	313 RS64	UNTERSUCHUNG DER STATIONAEREN UND INSTATIONAEREN KRITISCHEN HEIZFLAECHEMBELASTUNG AN VIELSTABBUENDLERN VON DRUCK- UND SIEWASSERREAKTOREN MIT FRIGEN ALS MODELLFLUESSIGKEIT IN DEN VERSUCHSANLAGEN DER GKSS (BURNOUTMESSUNGEN M. FRIGEN ALS KUEHLMITTEL)	1972 - 75	1.723.500	410.000	761.500	1.313.500
325	313 RS65	WIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNGEN DES SCHUTZES VON KERNKRAFTWERKEN GEGEN EINWIRKUNGEN VON AUSSEN	1972 - 73	297.800	297.800	0	0
326	313 RS66	MODELLMAESSIGE BEHANDLUNG DER SCHWINGUNGEN VON KERNEINBAUTEN IN LEICHTWASSERREAKTOREN	1972 - 74	629.500	271.500	158.000	158.000
327	313 RS67	VERSUCHE ZUM WAERMEUEBERGANG BEI EISKONDENSATION	1973 - 76	441.000	241.000	100.000	200.000
328	313 RS68	ANWENDUNG STATISTISCHER ANALYSEVERFAHREN IN LEISTUNGSREAKTOREN MIT DEM SICHERHEITSTECHNISCHEN ZIEL DER FRUEHERKENNUNG VON SCHAEEDEN	1972 - 74	211.000	142.000	69.000	69.000

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK		STAND: 31.12.1973					
ILFD. NR.	REFERAT FOERD. KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
329	313 RS69	BEURTEILUNG VON ROHR- UND BEHAELTERVERSUCHEN MIT HILFE BRUCHMECHANISCHER BEZIEHUNGEN	1972	84.500	84.500	0	0
330	313 RS71	KERNSCHMELZEN. TEILPROJEKT: MESSUNG DER VISKOSITAET VON GESCHMOLZENEN REAKTORCOREMATERIALIEN SOWIE VERGLEICHKEITUNTERSUCHUNGEN ZWISCHEN DIESEN MATERIALIEN UND TIEGELWERKSTOFFEN	1972 - 74	407.750	306.316	101.434	101.434
331	313 RS72A	KERNSCHMELZEN. TEILPROJEKT: THEORETISCHE AUFSTELLUNG DER ENERGIEBILANZEN	1973	82.300	60.000	22.300	22.300
332	313 RS72B	KERNSCHMELZEN - THEORETISCHE AUFSTELLUNG DER ENERGIEBILANZEN	1972 - 74	134.100	30.000	104.100	104.100
333	313 RS73	KERNSCHMELZEN: THEORETISCHE UNTERSUCHUNG DER ABSCHMELZPHASE	1972 - 75	684.150	220.000	290.000	464.150
334	313 RS74A	KERNSCHMELZEN. TEILPROJEKT: UNTERSUCHUNG DER METALLURGISCHEN WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN SCHMELZE UND REAKTORDRUCKBEHAELTERWAND	1972 - 75	897.200	459.393	379.700	437.807
335	313 RS74B	KERNSCHMELZEN - UNTERSUCHUNG DER METALLURGISCHEN WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN SCHMELZE UND ROB - WAND	1973 - 74	73.400	0	73.400	73.400
336	313 RS76	KERNSCHMELZEN. TEILPROJEKT: EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG DER DAMEXPLOSION	1972 - 74	401.440	300.000	101.440	101.440

STAND: 31.12.1973

4.11 REAKTORSICHERHEITSTECHNIK								
LFD. NR.	REFERAT FOERD. KENNZ.	THEMA	L AUFGZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976	
337	313 RS77	NOTKUEHLPROGRAMM. TEILPROJEKT: UNTERSUCHUNG DES THERMODYNAMISCHEN UNGLEICHGEWICHTES	1972 - 74	110.385	100.000	10.385	10.385	
338	313 RS78A	KONDENSATIONSVORGAENGE BEI DEM EINBLASEN VON WASSERDAMPF UND DAMPFWASSER-LUFT-GEMISCH IN EINE WASSERVORLAGE TEIL III	1972 - 74	2.207.500	2.059.315	148.185	148.185	
339	313 RS79	STUDIE: KERNSCHMELZEN. KRITISCHE AUSWERTUNG DER LITERATUR UND EMPFINDLICHKEITSTUDIE UEBER DIE WAERMELEITFAEHIGKEIT UND DEN EMISSIONSGRAD VON FESTEM URANDIOXID	1972 - 73	101.000	101.000	0	0	
340	313 RS80	KERNSCHMELZEN - MESSUNG VON STOFFWERTEN VON FLUESSIGEN REAKTORCOREMATERIALIEN -	1972 - 75	504.240	435.000	61.000	69.240	
341	313 RS81	NOTKUEHLUNG - UNTERSUCHUNG DER MISCHEFFEKTE IN PARALLELDURCHSTROMTEN KANALEN IM ZWEIFHASENGEBIET	1972 - 74	203.590	196.590	7.000	7.000	
342	313 RS82	STUDIE: DIE DURCHFUEHRBARKEIT VON SICHERHEITUNTERSUCHUNGEN IM STILLLEGUNGSPROGRAMM DES AVR-REAKTORS	1972	50.000	50.000	0	0	
343	313 RS84	UNTERSUCHUNGSPROGRAMM ZUM FESTIGKEITSVERHALTEN RISSBEAFTEETER SCHWEISSNAEMTE	1972 - 73	405.200	405.200	0	0	
344	313 RS85	BESTRAHLUNG VON DRUCKGEFAESS-STAEHLEN IM RAHMEN DES KOORDINIERTEN PROGRAMMS DER IAEA	1973 - 74	120.000	60.000	60.000	60.000	

4.11	REAKTORSICHERHEITSTECHNIK							
LFD. NR.	REFERAT FÖRD. KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FÖRD. BETRAG INSGESAMT	FÖRD. BETRAG 1971 - 1973	FÖRD. BETRAG 1974	FÖRD. BETRAG 1974 - 1976	
	LM WMV NRW III/A2-50-00	WEITERENTWICKLUNG DER SICHERHEITSTECHNIK AM THTR 300	AB 1971	14.000.000				
	KFZ KARLSRUHE	REAKTORSICHERHEIT AUSSER BRÜTER			17.500.000	18.500.000	65.600.000	
4.12	SPALTSTOFF - SPALTSTOFF -	FLUSSKONTROLLE						
	KFZ KARLSRUHE	SPALTSTOFF-FLUSSKONTROLLE			18.000.000	6.300.000	15.300.000	

4.11 REAKTOPSICHERHEITSTECHNIK

STAND: 31.12.1973

LFD. NR.	REFERAT FOERD.-KENNZ.	THEMA	LAUFEIT BEGINN ENDE	FOERD.-BETRAG INSGESAMT	FOERD.-BETRAG 1971 - 1973	FOERD.-BETRAG 1974	FOERD.-BETRAG 1974 - 1976
345	313 RS87	STUDIE: KOSTENERSTATTUNG FUER DIE PROJEKTGRUPPE ZUR ERSTELLUNG EINES VERSUCHSPROGRAMMS FUER DAS FORSCHUNGSVORHABEN: BERSTSICHERHEIT BEIM IRS, GRUPPE FORSCHUNGSBETREUUNG	1973	96.850	96.850	0	0
346	313 RS89	ZERSTUERUNGSFREIE WIEDERHOLUNGSPRUEFUNGEN AN REAKTORDRUCKBEHALTERN MITTELS WIRBELSTROMVERFAHREN	1972 - 75	699.200	90.000	320.000	609.200
347	313 RS90	BESTIMMUNG BRUCHMECHANISCHER SICHERHEITSKRITERIEN FUER ELASTISCH- PLASTISCHES WERKSTOFFVERHALTEN	1972 - 75	425.200	177.000	178.200	248.200
348	313 RS91	SCHWEISSVERSUCHE ZUM PLATTIEREN VON REAKTORDRUCKGEFAESSEN	1972 - 75	642.600	234.000	288.600	408.600
349	313 RS92	PUMPENVERHALTEN IN DEN INTAKTEN STRANG BEIM PLATZEN EINER PARALLELEITUNG	1973 - 74	313.500	80.000	233.500	233.500
350	313 RS93	UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE AUSWIRKUNGEN DES AUSSTROMENS VON DAMPF UND DAMPF- WASSER-GEMISCHEN AUS ROHRLEITUNGS-LECKS	1973 - 74	668.000	430.000	238.000	238.000
351	313 RS97	DURCHFUEHRUNG VON KOERPERSCHALLMESSUNGEN AN REAKTORDRUCKBEHALTERN	1972 - 73	135.000	135.000	0	0
352	313 RS98	VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG DES KUEHLMITTELVERLUSTOERFALES UND DER NACHWAERMEABFUHR FUEK LEICHTWASSERREAKTOREN (LWR) UND HOCHTEMPERATURREAKTOREN (HTR)	1973 - 74	84.400	80.000	4.400	4.400
ZWISCHENSUMME				116.982.641	67.536.018	22.906.346	38.345.877

5.01 BIOTECHNISCHE ENERGIEWANDLUNG, PHOTOSYNTHESE										STAND: 31.12.1973	
LFZ. NR.	REFERAT FOERD. KENZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD. BETRAG INSGESAMT	FOERD. BETRAG 1971 - 1973	FOERD. BETRAG 1974	FOERD. BETRAG 1974 - 1976				
353	307 NT0065	NACHAHMUNG VON EINZELNEN PHOTOSYNTHEPROZESSEN IN KUENSTLICHEN SYSTEMEN	1970 - 73	1.025.500	816.649	0	0				
ZWISCHENSUMME				1.025.500	816.649	0	0				

5.02 WASSER- UND WINDKRAFTNUTZUNG									
DFVLR	WINDKRAFTANLAGEN		AB 1975		800.000	1.850.000			

5.03 GROSSTECHNISCHE SONNENERGIE-NUTZUNG									
GFV	EXTRATERRESTRISCHE SONNENERGIE-NUTZUNG			6.900.000	4.600.000	13.600.000			

STAND: 31.12.1973

5.04 FUSIONSTECHNOLOGIE							
ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG	FOERD.BETRAG	FOERD.BETRAG	
				INSGESAMT	1971 - 1973	1974	1974 - 1976
354	303	UNTERSUCHUNGEN ZUM UEBERGANG VON TRITIUM AUS DER ABLUFT KERntechnischer ANLAGEN IN DIE BIOSPHAERE	1967 - 72	432.977	115.206	0	0
355	316 NT295	BASISPROGRAMM PLASMA-TECHNIK	1971 - 75	6.510.000	3.332.000	0	0
ZWISCHENSUMME				6.942.977	3.447.206	0	0
	KFA JÜLICH	FUSIONSTECHNOLOGIE			8.100.000	6.000.000	19.100.000
	KFZ KARLS- RUHE	FUSIONSTECHNOLOGIE			26.900.000	7.800.000	24.800.000
	MPI - IPP	PLASMA - U. FUSIONSTECHNOLOGIE			116.900.000	48.800.000	174.300.000

5.06 MHD, NEUE REAKTORSYSTEME, ENERGIEWANDLER UND -QUELLEN		STAND: 31.12.1973					
ILFD. NR.	REFERAT FOERD.KENNZ.	THEMA	LAUFZEIT BEGINN ENDE	FOERD.BETRAG INSGESAMT	FOERD.BETRAG 1971 - 1973	FOERD.BETRAG 1974	FOERD.BETRAG 1974 - 1976
356	316 NT27	PROJEKTIERUNG UND ERSTELLUNG VON BAUREIFEN UNTERLAGEN FUER EINE 30MW (+H)-MHD-VERSUCHSANLAGE FUER DEN EINSATZ FOSSILER BRENNSTOFFE	1969 - 72	3.920.050	2.269.000	0	0
357	316 NT33	ERSTELLUNG BAUREIFER UNTERLAGEN FUER EINEN MHD-KURZZEITGENERATOR FUER ETWA 10MW/10SEC	1969 - 72	3.693.750	2.618.033	0	0
358	316 NT38	ERSTELLUNG BAUREIFER UNTERLAGEN FUER EINEN MHD KURZZEITGENERATOR FUER ETWA 10MW/10SEC	1969 - 72	3.173.640	1.123.640	0	0
ZWISCHENSUMME				10.787.440	6.010.673	0	0
	KFA JÜLICH	GASBRÜTER UND SONSTIGE REAKTORSYSTEME			12.300.000	6.300.000	20.000.000
	DFG - 84	SONDERFORSCHUNGSBEREICH 84 "MHD"			8.600.000	1.200.000	
	KFA JÜLICH	MHD - ENTWICKLUNG	BIS 1973		24.400.000		
	DFVLR	THERMIONISCHE ENERGIEWANDLUNG MAGNETOHYDRODYNAMIK MAGNETFLUIDDYNAMIK TEILNAHME AM ITR-PROGRAMM			5.150.000	1.310.000	4.590.000